

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

Estudio comparativo de los defectos superficiales de las limas Reciproc y Wave one gold después de la instrumentación de conductos radiculares en molares extraídos mediante el uso de microscopía electrónica.

Cristina Alexandra Nieto Salvador

Dra. Daniela Mendoza

Directora Trabajo de Titulación

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título
de Endodoncista

Quito, 17 de mayo 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**COLEGIO DE POSGRADOS****HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Estudio comparativo de los defectos superficiales de las limas Reciproc y Wave one gold después de la instrumentación de conductos radiculares en molares extraídos mediante el uso de microscopía electrónica.

Cristina Nieto Salvador

Firmas

Dra. Daniela Mendoza
Especialista en Endodoncia

Dr. Nicolás Castrillón
Director del Programa de Endodoncia

Dr. Fernando Sandoval
Cirujano Oral y Maxilofacial
Decano de la Facultad de Odontología

Hugo Burgos, PHD
Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 16 de mayo 2017

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombre: Cristina Alexandra Nieto Salvador

Código de estudiante: 129663

C. I.: 171050620-3

Quito, mayo 2017

DEDICATORIA

A Joaquín:

Hijo, todo mi esfuerzo durante estos dos años ha sido gracias a que tú eres mi motivación para seguir adelante. Gracias por comprenderme y esperarme siempre con una sonrisa. Te amo.

Con cariño,

Mamá

AGRADECIMIENTOS

1. A la Dra. Daniela Mendoza por trabajar junto a mí durante el desarrollo del presente trabajo, gracias por dar tanto de su tiempo para poder obtener este título. Sin duda la mejor tutora.
2. Al Dr. Juan Carlos Izquierdo por ser mi guía durante estos dos años de estudios. Gracias por el apoyo incondicional.
3. A todos los docentes del posgrado de Endodoncia de la Universidad San Francisco de Quito, aprendí de los mejores.
4. A mi mamá por ser mi aliento, mi ejemplo a seguir. Gracias por todo el amor y la comprensión durante estos 2 años.
5. A mi esposo, porque llegaste en segundo semestre a cambiar mi vida. Gracias por todo.

RESÚMEN

El objetivo de este estudio fue observar defectos superficiales en las limas Reciproc 25 y Wave One Gold Primary antes y después de la instrumentación de conductos radiculares en molares.

Los instrumentos rotatorios seleccionados para esta investigación, Reciproc R25 y Wave One Gold Primary, fueron observadas bajo microscopio electrónico de barrido. Cada grupo de estudio se subdividió por tercios cervical, medio y punta. Todos los canales se prepararon por el mismo operador. Este procedimiento se repitió para cada conducto en 3, 6, y 9 usos. Las limas pasaron por un mecanismo de esterilización o autoclave a los 3, 6 y 9 usos. Todos los instrumentos fueron observados bajo un escaneo de microscopía electrónica de barrido a 500 x después de preparar los conductos radiculares curvos. Las siguientes imágenes fueron obtenidas para las muestras: Defectos Microscópicos: bordes cortantes, geometría de los bordes y punta de los instrumentos y la superficie del instrumento. Se realizó el análisis estadístico con el estadígrafo Kruskal Wallis, dada la estructura de las variables. Después de haber analizado los defectos superficiales de manera global y al hacer una comparación entre ambos sistemas se puede concluir que Reciproc es la lima más eficiente. Ninguno de los dos sistemas mostró un índice de fractura estadísticamente significativo para poder concluir que lima se rompe más.

ABSTRACT

The objective of this study was to observe superficial defects in the Reciproc 25 and Wave One Gold Primary files before and after the instrumentation of root canals in molars.

The rotating instruments selected for this research, Reciproc R25 and Wave One Gold Primary, were observed under a scanning electron microscope. Each study group was subdivided by cervical, middle and tip thirds. All canals were prepared by the same operator. This procedure was repeated for each duct at 3, 6, and 9 uses. The files passed through a sterilization mechanism or autoclave at 3, 6 and 9 uses. All instruments were observed under a scanning electron microscopy scan at 500 x after preparing the curved root canals. The following images were obtained for the samples: Microscopic defects: sharp edges, geometry of the edges and tip of the instruments and the surface of the instrument. Statistical analysis was performed with the statistician Kruskal Wallis, given the structure of the variables. After analyzing the surface defects in a global way and making a comparison between both systems it can be concluded that Reciproc is the most efficient file. None of the two systems showed a statistically significant fracture index in order to conclude which file is broken more.

ÍNDICE

RESÚMEN.....	6
ABSTRACT	7
1.1PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.2 JUSTIFICACIÓN:	16
1.3 OBJETIVOS	17
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4 HIPÓTESIS.....	18
CAPÍTULO 2.....	19
MARCO TEÓRICO:	19
2.1 HISTORIA DE LA ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO.....	20
2.2 METALURGIA DE LA ALEACIÓN DE NÍQUEL-TITANIO	23
2.2.1. Protocolo de Fabricación de materiales con Nitinol:	26
2.2.3 Fabricación de limas de níquel titanio	28
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ALEACIÓN NITI:	30
2.3.1Memoria de forma:	31
2.3.2 Superelasticidad:	32
2.3.3 Velocidad de respuesta:	32
2.3.4 Resistencia a la deformación:	33
2.3.5 Bajo módulo de elasticidad:	33
2.3.6 Resistencia a la Corrosión:	33
2.3.7 Elevada resistencia eléctrica:.....	33
2.3.8: Mayor rango de transformación a variaciones de temperatura:	33
2.4 LIMAS ENDODÓNCICAS ROTATORIAS Y SU APLICACIÓN CLÍNICA	34
2.4.1 Características físicas metalúrgicas de las limas rotatorias	36
2.4.1.1 Conicidad:	36
2.4.1.2. Distribución de la masa metálica o sección transversal: No tienen forma geométrica homogénea.....	38
2.4.1.3 Diseño de la punta:.....	39
2.4.1.4 Superficies Radiales o Radial Lands:	40
2.4.1.5: Ángulo de corte:	42
2.4.1.6: Área de escape:	42
2.4.1.8: Ángulo Helicoidal:	44
2.4.1.9: Acabado Superficial:	45
2.4.1.10: Pitch:.....	46
2.4.1.12: Cinemática:	46
2.4.2: Tipos de Sistemas Rotatorios Actuales.....	49
<i>Primera Generación:</i>	<i>49</i>
<i>Segunda Generación:.....</i>	<i>49</i>
<i>Tercera Generación:</i>	<i>50</i>
<i>Cuarta Generación:.....</i>	<i>50</i>
<i>Quinta Generación:.....</i>	<i>50</i>
<i>Reciproc</i>	<i>50</i>
<i>Wave one gold</i>	<i>55</i>
<i>Vortex blue o blue wire</i>	<i>59</i>
2.5 DEFECTOS SUPERFICIALES DE LAS LIMAS ROTATORIAS	60

CAPÍTULO 3.....	64
MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
3.1DISEÑO	64
3.2 MUESTRA	64
3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:	65
3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:	66
3.5 MATERIALES:	66
3.6 METODOLOGÍA:	68
CAPÍTULO 4.....	82
RESULTADOS	82
CAPÍTULO 5.....	102
DISCUSIÓN.....	102
CAPÍTULO 6.....	108
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1

Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y tiempo de uso.....83

Tabla 2

Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y lugar de defecto.....85

Tabla 3

Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y la marca del instrumento86

Tabla 4

Prueba Chicuadrado para Bordes romos por marca de instrumento y tiempo de uso.....93

Tabla 5

Presencia de barrillo dentinario por marca de limas99

Tabla 6

Chi cuadrado para los defectos encontrados por marca.....101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	
Conicidad.....	37
Figura 2	
Sección Transversal Lima Hedstroem y Ensanchador.....	39
Figura 3	
Punta Lima Flex-R.....	40
Figura 4	
Superficie Radial.....	41
Figura 5	
Superficie Radial.....	41
Figura 6	
Angulo de corte.....	42
Figura 7	
Área de escape.....	43
Figura 8	
Alivio de superficie radial.....	43
Figura 9	
Ángulo Helicoidal.....	45
Figura 10	
Área Superficial.....	45
Figura 11	
Pitch.....	46
Figura 12	
Sistema Reciproc.....	52
Figura 13	
Sistema Reciproc.....	53
Figura 14	
Wave One Gold.....	56
Figura 15	
Sistema Wave One Gold.....	57
Figura 16	
Sistema Wave One Gold.....	57
Figura 17	
Rx Inicial Muestra 1.....	65
Figura 18	
Rx Inicial Muestra 2... ..	65
Figura 19	
Muestra Lavada con cepillo.....	68
Figura 20	
Nomenclatura numérica de los dientes.....	69
Figura 21	

Rx Inicial Muestra No. 1.....	69
Figura 22	
Método de Scheneider.....	70
Figura 23	
Acceso Cameral.....	71
Figura 24	
Localización de conductos.....	71
Figura 25	
Permeabilidad de conductos radiculares.....	72
Figura 26	
Aislamiento Foramen Apical.....	72
Figura 27	
Aislamiento Foramen Apical.....	72
Figura 28	
Confección Pantomas de Acrílico.....	73
Figura 29	
División de limas por marcas.....	73
Figura 30	
Microscopio electrónico de barrido.....	74
Figura 31	
Colocación de limas control negativo.....	74
Figura 32	
Motor utilizado para la instrumentación.....	75
Figura 33	
Instrumentación Reciprocante.....	76
Figura 34	
Limas previa esterilización.....	77
Figura 35	
Limas previa esterilización.....	77
Figura 36	
Reciproc 3 usos.....	77
Figura 37	
Reciproc 6 usos.....	78
Figura 38	
Reciproc 9 usos.....	78
Figura 39	
Wave One Gold 6 usos.....	79
Figura 40	
Wave One Gold 6 usos.....	79
Figura 41	
Wave One Gold 9 usos.....	80

CAPÍTULO 1

1.1PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La endodoncia, o conocida también como el tratamiento de conductos, consiste en la eliminación de la pulpa dental infectada o inflamada mediante la desinfección del conducto radicular para poder llegar a un sellado tridimensional del mismo. Para lograrlo se requiere de algunos pasos, dentro de éstos, una parte fundamental es la conformación del canal radicular. Este procedimiento implica la ampliación y la regulación de las paredes del conducto radicular, dando una conicidad progresiva, y preservando la forma y la curvatura original del conducto en sentido corono apical.

Varios términos han sido utilizados para nombrar a esta fase, entre ellos se encuentran la preparación mecánica, fase de la instrumentación, preparación biomecánica, preparación químico-mecánica, limpieza y modelado de los conductos radiculares entre otros. (Helio, 2014)

Shilder en 1974, describe a la instrumentación como seguir la vía del conducto con los instrumentos y no hacer un conducto, es decir, limpiar y conformar los conductos sin deformarlos para que el material de obturación se adapte a sus irregularidades. Este autor menciona que una preparación ideal se logra mediante una conicidad progresiva, preservando tanto el foramen apical, como la morfología de los conductos y las curvaturas originales de cada raíz. (Helio, 2014)

Actualmente, la instrumentación es mecanizada, de esta manera el conducto adquiere la forma progresivamente cónica de la lima rotatoria desde cervical hacia apical y la eliminación del tejido pulpar es por extirpación mecánica y

arrastre del barrillo dentinario y bacterias al utilizar irrigantes endodónticos que son sustancias cuya principal función es la desinfección bacteriana. (Helio, 2014)

La limpieza y conformación de los conductos radiculares depende del comportamiento mecánico de los instrumentos con los que se prepara el conducto. El insuficiente conocimiento de las características de instrumento puede dar lugar a errores del procedimiento como transportación del conducto radicular o fracturas de instrumentos dentro del canal. (Helio, 2013)

Uno de los errores más comunes en la instrumentación rotatoria es la fractura o separación de instrumentos; para evitarla se debe tener conocimiento de las características físicas de las limas y el dominio de la técnica de instrumentación indicada para cada tipo de instrumento y siguiendo las especificaciones del fabricante. (Ye, 2012)

Las limas pueden fracturarse a causa de las fuerzas de torsión o de fatiga cíclica. La fractura por fatiga cíclica es un gran motivo de preocupación, ya que puede desarrollarse sin previo aviso. La Fractura de torsión se produce cuando la punta del instrumento está bloqueada en el canal, mientras que el eje continúa girando (Helio, 2013).

Con el fin de superar estos percances, la nueva era de la endodoncia se ha enfocado en la fabricación de limas flexibles que van de la mano del desarrollo tecnológico y metalúrgico.

Las limas de endodoncia pueden ser fabricadas de acero inoxidable, aluminio y de aleaciones de varios metales, siendo el más usado en la actualidad, la

aleación flexible de níquel-titanio. Las limas manuales de acero inoxidable deforman la forma original del conducto radicular causando variaciones como pérdida de longitud de trabajo, transportaciones o perforaciones. (Viteri, 2010)

En los últimos años se ha utilizado la aleación M-Wire la cual potencializa las virtudes del níquel-titanio, mostrándose significativamente mejor en cuanto a la resistencia de la fatiga cíclica ya que su caracterización metalúrgica contiene 3 fases cristalinas, incluyendo martensita deformada, la fase R y austenita otorgando al instrumento mayor flexibilidad y resistencia. (Jia Ye, 2011)

Según Hélio en su artículo: “Comparación de las propiedades mecánicas de instrumentos rotatorios”, existen varios estudios mostrando que los instrumentos más flexibles producen preparaciones más centradas por lo que en la actualidad el desafío de la instrumentación es utilizar limas con aleaciones más flexibles que se las pueda utilizar por acción mecánica eléctrica de motores. Estos motores presentan velocidad controlada (150 a 350 rpm), aseguran un nivel constante de revoluciones por minuto y la mayoría permiten ajustar el torque en función del instrumento usado (Cohen, 2010).

Sin embargo, a pesar de la gran flexibilidad de las nuevas aleaciones siempre hay que tomar en cuenta que la anatomía compleja del sistema del conductos radiculares y las curvaturas de las raíces, juegan un papel primordial en la instrumentación. Éstas curvaturas pueden ser tan severas, o los conductos pueden ser tan estrechos que pueden llegar a fracturar instrumentos flexibles también.

Una de las evidencias clínicas que nos pueden alertar de una futura fractura son los defectos superficiales encontradas en las limas. Por lo que es de suma importancia que el profesional inspeccione visualmente la lima antes de utilizarla previamente a la instrumentación.

El presente estudio tiene como objetivo comparar los defectos superficiales que se pueden encontrar en dos tipos de limas con aleación M-Wire, Reciproc R25.08 y Wave One Gold Primary 25.07, después de la instrumentación del canal radicular en raíces mesiales de molares extraídos, mediante el uso de microscopía electrónica.

1.2 JUSTIFICACIÓN:

Tanto las casas comerciales Dentsply y VDW promocionan sus limas Reciproc y Wave One Gold como un solo uso, sin embargo, la realidad Latinoamericana es otra; los especialistas utilizan las mencionadas limas más de una vez. El poder ofrecer un estudio comparativo entre ambos sistemas para determinar aproximadamente la cantidad de veces que se las puede utilizar previo a su fractura justifica la realización de esta investigación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar los defectos superficiales de las limas rotatorias endodóncicas Reciproc No. 25.08 y Wave One Gold No. 25.07 después de la instrumentación en 3, 6, y 9 usos en canales radiculares con curvaturas moderadas de conductos mesiales y vestibulares extraídos a través de microscopía electrónica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar qué tipo de lima Endodóncica presenta mayores defectos superficiales después de la instrumentación de canales radiculares con curvaturas moderadas.
- Determinar qué tipo de lima de endodoncia es más resistente a la fractura.
- Establecer el posible límite de usos de instrumentación en canales radiculares con curvaturas moderadas previo a la fractura del instrumento Reciproc No. 25.08
- Establecer el posible límite de usos de instrumentación en canales radiculares con curvaturas moderadas previo a la fractura del instrumento Wave One Gold No. 25.07

1.4 HIPÓTESIS

El instrumento endodónico Wave One Gold No. 25.07 presenta menores defectos superficiales luego de la instrumentación de canales radiculares curvos. Además brinda mayor seguridad al profesional en el tratamiento endodónico por ser más resistente a la fractura por torsión y por permitir un mayor número de usos.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO:

Para poder cumplir con el objetivo endodóncico de la desinfección del conducto radicular, es necesario realizar todos los procedimientos clínicos de este tratamiento como son: el acceso cameral, la instrumentación del conducto radicular, su abundante irrigación y respectiva obturación a la longitud de trabajo adecuada.

Este trabajo de investigación se enfocó en estudiar los sistemas rotatorios más usados y más actuales en la preparación mecánica del conducto radicular.

Al instrumentar el sistema de conductos radiculares con limas manuales y rotatorias, éste adquiere una forma cónica, lo que facilita la eliminación del tejido pulpar y dentina infectada con la ayuda de sustancias antisépticas permitiendo una preparación química- mecánica del conducto radicular. Por lo tanto, la forma de la lima y su aleación son de suma importancia para mejorar la conformación del conducto y a la vez facilitar la acción química de los irrigantes endodóncicos.

Existen diversos tipos de aleaciones de las que están fabricadas las limas, destacan las de acero inoxidable y las de níquel titanio. (Ni Ti).

Las limas con aleaciones de NiTi tienen mayor flexibilidad debido a su bajo módulo elástico y superelasticidad en comparación con los instrumentos de acero inoxidable; es por esta razón que han sido preferidos para la instrumentación. (Ye, 2012)

Las aleaciones de níquel-titanio (NiTi) tienen una amplia gama de aplicaciones ya que poseen la capacidad de recuperar su forma original después de sufrir grandes deformaciones ya sea por estrés tensional o calentamiento. (Ye, 2012)

2.1 HISTORIA DE LA ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO

En el campo estomatológico, el descubrimiento de la aleación Níquel-Titanio, en la década de los años 60 fue de mucha importancia, ya que al incorporar este novedoso desarrollo tecnológico a los instrumentos odontológicos mejoraron y facilitaron las técnicas terapéuticas. Principalmente en la especialidad de la Endodoncia se dio un giro radical a la percepción de este tratamiento, puesto que se consideraba a esta práctica incómoda, dolorosa y traumática para el paciente.

Estas ideas sobre el tratamiento de conductos se tenían debido a que los primeros instrumentos endodóncicos utilizados que se crearon en 1938 por MAYNARD inspirado en la forma de un muelle de reloj estirado; se introducían en el conducto radicular y se necesitaban de varios movimientos a presión en dirección apical y de tracción lateral hacia las paredes dentinarias para conseguir extirpar el tejido pulpar. Esto se cambió totalmente con la aleación de níquel titanio ya que ésta es flexible y los instrumentos fabricados en NiTi permiten una preparación de los conductos sin movimientos traumáticos y conservando el trayecto de la anatomía original del conducto.

El NiTi es una aleación compuesta de 56% de níquel, que le proporciona flexibilidad y un 44% de titanio, que le proporciona resistencia. Este nuevo material fue creado por Bühler en 1958, quién buscaba una aleación de baja

intensidad, fatiga e impacto y que sea resistente al calor para fabricar los conos de los misiles en la industria naval. Durante esta búsqueda notó que la aleación de níquel titanio era diferente al resto, a este descubrimiento lo nombró NITINOL por sus siglas correspondientes a los metales de su aleación Ni (Níquel) Ti (Titanio) Nol (Naval Ordnance Laboratory) en Silver Spring, USA. A esta aleación se la denominó en China en 1979 como NITALLOY. (Helio, 2013)

Existe también aleaciones en las que un porcentaje de níquel menor al 2% es sustituido por cobalto para mejorar características de la aleación.

El NiTi es una aleación que se utiliza en varias industrias por ejemplo la NASA (National Aeronautic and Space Administration) la aplica para fabricar antenas de las naves espaciales desde 1963. En el campo de la odontología el NiTi fue utilizado por primera vez en 1971 en ortodoncia por Andreasen y Hillman para confeccionar alambres ortodóncicos por su flexibilidad y resistencia a la fractura de torsión. Y su principal aplicación en el campo de la endodoncia es para la fabricación de limas. (Burgos, 2005)

Se puede considerar a la flexibilidad como la principal ventaja que brinda el NiTi a los instrumentos ya que por medio de esta se puede acceder, limpiar y conformar los conductos curvos reduciendo de esta manera la incidencia de transporte de los conductos, desgarres apicales, escalones y perforaciones; puesto que la principal desventaja de las primeras limas de endodoncia fabricadas de acero era el alto riesgo de percances en la instrumentación.

Además de la gran flexibilidad, la aleación presenta buena compatibilidad biológica, alta resistencia a la corrosión y torsión; y no se altera molecularmente con la esterilización.

Las primeras limas de endodoncia fueron fabricadas en acero de carbono y

eran de diámetros amplios de una serie del 1 al 6 y del 7 al 12. En 1955, John Ingle, estandarizó el diámetro de las limas dando una numeración que representaba en décimas de milímetros el diámetro de la punta activa de los mismos. Para 1981, después de 26 años de estudios, se crearon las normas de especificación internacional para estos instrumentos las normas ANSI/ADA que fueron utilizadas por la industria Kerr para construir las limas tipo K.

A través del tiempo, en busca del perfeccionamiento del instrumental endodóncico, se han hecho variaciones del diseño de estas limas en cuanto a su sección transversal, ángulos, espirales cortantes, diseño de la punta y su aleación. Esta búsqueda continúa hasta la actualidad. (Burgos, 2005)

Walia, Brantlye, Gersteina, expusieron en su investigación de 1988, sobre las limas de Nitinol, que las de número 15 de sección triangular, presentaban dos o tres veces más flexibilidad y mayor resistencia a la fractura por torsión en sentido horario o anti horario, en comparación con las limas de acero inoxidable de mismo número y también de sección triangular. De esta manera, podemos concluir que la aleación de fabricación de las limas es de mucha importancia inclusive más que su diseño. (Burgos, 2005)

El NiTi actualmente puede ser utilizado no solo en la fabricación de limas manuales sino también en las rotatorias, sin embargo, en estas últimas es más complicado identificar los defectos superficiales a simple vista, muchas veces es requerido una observación minuciosa o en microscopio para poder identificar el desgaste de sus estrías cortantes o deformación de la punta, entre otros defectos.

Con la incrementación de sistemas rotatorios de Níquel Titanio se produjo un gran avance en el tratamiento de los tratamientos de conducto ya que el profesional puede realizar un tratamiento eficaz y de mejor calidad en

comparación a los que se realizaban en el pasado. (Burgos, 2005)

La instrumentación rotatoria ofrece ventajas frente a la instrumentación manual, es más rápida y eficiente, reduce el estrés y permite una mayor limpieza del conducto independiente de la técnica que se utilice.

La utilización del Nitinol permitió la introducción de instrumentos en canales radiculares curvos ejecutando una rotación en 360° gracias a su gran flexibilidad disminuyendo el porcentaje de conductos curvos transportados. (Burgos, 2005)

Las investigaciones de esta noble aleación siguen en curso con el objetivo de encontrar instrumentos endodóncicos rotatorios que proporcionen mayor seguridad al profesional y mejor conformación de los conductos radiculares.

Nieto, en su artículo “Avances de Diseño y Metalúrgica en la Instrumentación de Conductos Radiculares” indica que la instrumentación rotatoria NiTi es uno de los mayores avances en endodoncia en los últimos 25 años.

2.2 METALURGIA DE LA ALEACIÓN DE NÍQUEL-TITANIO

Una aleación es la fusión de dos o más metales, o de un metal y ciertos elementos no metálicos. Las aleaciones que se pueden usar en el campo odontológico deben tener ciertas características especiales requeridas en el campo de la salud como: no ser tóxicas o producir alergias ni para el paciente ni para el odontólogo, no ser corrosivas ni experimentar reacciones químicas en contacto con los líquidos orales, no ser conductoras eléctricas y ser resistentes a la esterilización. (Espinosa San Martín, 2013)

Debido a estas especificaciones en el momento de confeccionar o manufacturar una aleación dental se deben combinar los materiales idóneos

o materiales especiales, y hacerlo en sus porcentajes perfectos para mantener y/o mejorar sus características químicas, físicas y biológicas; todo esto bajo un estricto procedimiento industrial. (Espinosa San Martín, 2013)

La aleación Níquel Titanio (NiTi) es una combinación de base metálica pero también considerada una aleación con memoria de forma (abreviado como SMA “Shape Memory Alloy”), que son aleaciones metálicas que tienen la capacidad de “recordar” una forma o volver a su forma original después de su calentamiento, forma que fue alterada al ser sometida a una presión. (Flor, 2005)

Las SMA tienen estas características especiales que son: efecto de memoria de forma y memoria elástica (superelasticidad). Estos efectos se dan por un cambio molecular llamado “Transformación Martensítica Termoplástica” la cual ocurre como resultado de la transición de una forma molecular estable llamada austenítica a otra forma o fase sometida a una deformación llamada martensítica, esta aleación permanecerá deformada hasta que sea calentada, entonces volverá espontáneamente a su forma original que tenía antes de la deformación. (Espinosa San Martín, 2013)

La introducción de la aleación NiTi ha permitido a los fabricantes desarrollar instrumentos extremadamente flexibles y capaces de preparar conductos radiculares curvos y angostos con un mayor margen de seguridad disminuyendo los riesgos de transportación del conducto radicular y facilitando su conformación mediante la incorporación de conicidades mayores dentro del sistema de instrumentos rotatorios. (Nieto, 2017)

Como una aleación SMA el NiTi se forma por la fusión de los dos metales, pero esta unión debe ser en los porcentajes ideales de 56% de Níquel y 44% de Titanio, sólo un pequeño porcentaje de menos del 2% de Níquel puede ser sustituido por cobalto, pero no más, para conformar esta noble y clásica

aleación denominada NiTi-55. Ésta composición molecularmente tiene una relación atómica de 1:1 de sus componentes principales, por lo que es una aleación equiatómica. (Espinosa San Martín, 2013)

Otro tipo de aleación el Nitinol-60 que contiene 5% más de Níquel también ha sido usada para fabricar algunos instrumentos endodónticos, pero debido a su menor memoria de forma, al aumento de su dureza y a sus tratamientos térmicos incrementados es una aleación menos usada que la Nitinol-55. (Espinosa San Martín, 2013)

La creación del NiTi es un proceso metalúrgico muy complejo en el que intervienen varios pasos que dependen directamente de los cambios de temperatura y tensión, los rangos de temperatura en las que se fabrica y posteriormente en las que se trabaja la aleación son decisivos en sus cambios moleculares o fases cristalográficas. (Espinosa San Martín, 2013)

Las temperaturas de transición en las que se trabaja la aleación llamado el intervalo de temperatura de transición (ITT) es específico para cada tipo de aleación y su respectiva composición. Por ello, en la fabricación de limas de NiTi se utiliza un calorímetro de escaneo diferencial (DSC) para asegurar la temperatura. (Espinosa San Martín, 2013)

Por ejemplo el ITT para una aleación de 1:1 está en el rango de entre -50 grados y + 100 grados centígrados. Una disminución en el ITT puede alterar la composición de la aleación a favor de un exceso de níquel o por sustitución de cobalto. (Espinosa San Martín, 2013)

2.2.1. Protocolo de Fabricación de materiales con Nitinol:

Todas las presentaciones fabricadas con NiTi como alambres, tubos, barras, láminas, etc., siguen los mismos pasos de fabricación. Primero se funden en vacío, para después ser trabajados en caliente, luego nuevamente se trabajan, pero en frío y finalmente se tratan en caliente para conseguir las propiedades finales. Dado que las temperaturas de transición son tan sensibles a la composición el método de unión debe ser estricto y muy cuidadoso.

- Aleación en vacío: Para poder realizar la aleación se necesita de un horno de vacío o atmósfera inerte. Existen dos métodos para realizar el aleado, el Aleado en vacío por inducción (VIM) y el re-aleado en vacío por arco (VAR). En el VIM existe una precisión de 1 a 2°C en las temperaturas de transformación, sin embargo, existe un rango con el carbón debido al grafito utilizado en el horno. El aleado de tipo VAR es en el que se obtiene una aleación mucho más precisa y pura, sin embargo, solo se pueden alear pequeñas cantidades.
- Trabajo en caliente: La microestructura de la aleación recién obtenida por vacío, tiene muy poca ductilidad y no presenta ni efecto de memoria ni superelasticidad. Es por ello que se realiza un trabajo en caliente para modificar dicha microestructura de Austenita a Martensita, en esta fase la aleación es sometida al rango de temperatura específico para el tipo de composición de la aleación. Para la aleación equiatómica NiTi está entre -50 grados y +100 grados centígrados, una variación del 1% de la cantidad de los metales (Níquel o Titanio) puede cambiar 100°C la temperatura de transformación.
- Trabajo en frío: Para conseguir las propiedades físicas y mecánicas

deseadas es necesario realizar un trabajo en frío. Con esto se obtiene la forma final, el acabado superficial final y una microestructura refinada. Los procesos para obtener el detalle final son: cortar, soldar y tratamientos superficiales.

- Método de Refinación de la microestructura o calentamiento final: Esta es una deformación adicional, en la cual se trabaja en caliente para modificar la ductilidad de la microestructura. (Burgos, 2005)

2.2.2 Fases Cristalográficas de la Aleación de NiTi

Las transformaciones de estado de sólido son de dos tipos: de difusión y de desplazamiento. Las transformaciones por difusión pueden formar una nueva fase moviendo átomos aleatoriamente en grandes distancias, esta nueva fase es de diferente composición química que la matriz que se forma. Por el contrario, las transformaciones por desplazamiento no necesitan grandes distancias ya que se forman de la misma naturaleza química de la matriz. Generalmente, las transformaciones martensíticas son de este tipo y se forman enfriando desde una fase a alta temperatura llamada fase madre o austenita. (Flor, 2005)

La austenita y la martensita son las dos formas cristalográficas de la aleación Níquel Titanio. La transformación de una fase a otra, se produce cuando se aplica un estrés al instrumento (presión, calor). Durante esta transformación el instrumento se puede romper con facilidad ya que se vuelve frágil. (Canalda, 2001)

El “recordar” una forma se da gracias ya que a bajas temperaturas (fase martensítica) estos materiales permanecerán deformados hasta que sean calentados, entonces volverán espontáneamente a su forma original antes de

que sean deformados, es decir, estos materiales pueden transformarse desde y hacia la martensita fácilmente. (Flor, 2005)

2.2.3 Fabricación de limas de níquel titanio

Para la fabricación de limas de níquel-titanio, existe un protocolo el cual incluye los siguientes parámetros:

- Triturado: Se utiliza una prensa de forma cilíndrica para lograr una estampación a presión, con esto se podrá crear un alambre estirado. Este alambre entra a procedimientos de trefilado, recocido, descalcificación, todo esto bajo repetidos ciclos de calentamiento. Posteriormente, se elabora un perfil real de la lima junto con la forma de la sección transversal. (Burgos, 2005)

Posteriormente y dentro del triturado se da un electropulido el cual va a reducir los defectos superficiales de las limas. Está demostrado que el electropulido mejora la resistencia a la fatiga cíclica y las cargas de torsión, es decir, este procedimiento es fundamental para dar resistencia a la lima frente a la fractura. (Burgos, 2005)

- Acordonamiento: El acordonamiento o torcido forma una lima íntegra y única de níquel titanio, esto quiere decir que el mango de la lima no es un segundo metal unida al eje central de la lima, sino que es una sola estructura. (Burgos, 2005)

Existen limas acordonadas de níquel titanio, éstas se crean del níquel titanio en bruto, es decir, de una estructura austenita que se transforma en una forma diferente (Fase R) mediante procesos térmicos de

calentamiento y enfriado. (Gambarini y col. 2008).

- Fase R: permite al níquel torcerse, una vez torcido, la lima vuelve a calentarse y a enfriarse para conservar una nueva forma y pasar a una nueva forma la martensita. En este proceso se da un proceso de desoxidación para poder conservar la dureza del metal y a su vez mantener los detalles delicados de las limas. (Burgos, 2005)

Las compañías fabricantes de limas han mejorado la metalurgia mediante procesos termo mecánicos para tratar de disminuir o eliminar el riesgo de fractura y así mismo se han puesto como objetivo clínico práctico reducir el número de instrumentos utilizados para la instrumentación. (Nieto, 2017)

- M Wire: A través del tiempo y con el fin de reducir el índice de porcentaje de fractura de los instrumentos de Níquel Titanio, se ha desarrollado un nuevo procesamiento termomecánico con el objetivo de producir láminas de alambre de NiTi superelásticas que contienen martensita sustancialmente estable bajo condiciones clínicas. Este nuevo alambre de Níquel Titanio se denomina M-Wire y tiene mayor resistencia a la tracción y a la tensión en la meseta superelástica. Comparado con alambres superelásticos convencionales, M Wire ha demostrado ser resistente a la fatiga. (Satish, 2009)

El M-wire NiTi se somete a un proceso termomecánico que da como resultado una mayor flexibilidad, lo que podría resultar en un mejor acceso y preparación de canales curvos. A diferencia de las limas convencionales que poseen una transformación de fase inducida por el estrés, estas limas se comportan más como lo que se denomina memoria martensítica activa o de forma en la literatura ortodóntica.

No existe mucha información de la forma de fabricación de estas limas; se ha informado que estas limas se someten al procesamiento termomecánico y se producen a través del proceso de tratamiento térmico de la patente estadounidense n° 8.062.033B2. (Ninam, 2013)

Los primeros instrumentos que fueron fabricados con M Wire son GT series X y Profile Vortex de Dentsply; Tulsa Dental. Actualmente también se encuentra presente en Protaper Next, Pathfiles, Proglider y Wave one de Dentsply Maillefer. M Wire tiene un mayor número de dureza Vickers (VHN) que las aleaciones de Nickel Titanio súper elásticas, 385 VHN, comparado con las aleaciones Nitinol que andan en un rango entre 312 y 376 de VHN. (Nieto, 2017)

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ALEACIÓN NITI:

En términos generales el NiTi es una aleación metálica muy especial que al ser sometida a una presión o estrés puede deformarse aparentando tener una forma plástica, pero después de retirar la presión y ser sometida a un calentamiento vuelve a su forma original.

Estas propiedades especiales o efectos inusuales son llamados memoria de forma térmica o efecto de memoria de forma, y memoria de forma elástica o superelasticidad; ambas características se deben a transformaciones en las fases moleculares cristalográficas. (Flor, 2005)

Estos dos principales comportamientos permiten que la aleación NiTi tenga una amplia gama de aplicaciones pudiendo ser usada para generar fuerza, movimiento o almacenar energía.

La superelasticidad se da cuando la transformación de la estructura cristalina de la materia en fase austenita pasa a una fase martensítica utilizando calor o stress, al retirar el stress el metal retorna a la fase austenita regresando a su

forma original, lo que se conoce como memoria de forma o Shape Memory. (Nieto, 2017)

La flexibilidad que las limas de níquel titanio poseen están dadas por sus fases cristalográficas: austenita y martensita. En reposo, es decir, en un estado frío, la lima se encuentra en la fase de austenita y al momento de calentarse (movimiento rotatorio) cambia de estado a martensita.

Se ha calculado que la propiedad de superelasticidad permite un 8% de deformación de su estructura molecular comparando al 1% que permite el acero inoxidable.

Las aleaciones que responden de forma peculiar a los cambios de temperatura y de tensión se conocen como aleaciones con memoria de forma o “Shape Memory Alloy” (SMA) o como materiales inteligentes “Smart materials”. (Flor, 2005)

Existen muchas SMA, pero solo unas pocas han sido desarrolladas comercialmente como la de NiTi debido a que otras aleaciones como CuAlNi o FeMnSi son excesivamente frágiles. (Flor, 2005)

2.3.1 Memoria de forma:

La capacidad de ciertos materiales de “recordar” una forma es conocida como memoria de forma. Cuando se encuentran a bajas temperaturas y deformados, estos materiales permanecerán deformados hasta que sean calentados, ahí volverán espontáneamente a la forma original que tenían antes de la deformación. (Flor, 2005)

2.3.2 Superelasticidad:

Cuando el nitinol es deformado mecánicamente a una temperatura determinada y cuando el esfuerzo es retirado, la transformación se invierte y el material recupera su forma original, a lo que se denomina superelasticidad. (Burgos, 2005)

Para que una aleación de níquel-titanio pueda retornar a su forma original tiene que someterse a una deformación de hasta 10% mientras que las limas de acero inoxidable retornan a su forma original solamente si la deformación no es superior al 1%. (Burgos, 2005)

La conformación del conducto radicular con limas de Níquel-Titanio se vuelve más fácil pudiendo instrumentar canales curvos y disminuyendo la transportación del foramen apical, todo esto debido a la superelasticidad de esta aleación. (Burgos, 2005)

2.3.3 Velocidad de respuesta:

Los alambres delgados pueden contraerse en una décima o centésima parte de un segundo y para poder relajarse tienen que enfriarse dependiendo de la temperatura del ambiente, es decir, se puede llegar a tener varios ciclos por segundo con alambres delgados o un ciclo cada tres o cuatro segundos si el alambre es grueso. (Flor, 2005)

2.3.4 Resistencia a la deformación:

Es la fuerza, en frío que se utiliza para estirar otra vez el alambre.

Ésta casi siempre es alrededor de una sexta parte de la fuerza que realiza el alambre cuando se contrae. (Burgos, 2005)

2.3.5 Bajo módulo de elasticidad:

Se la conoce como la capacidad elástica de un material, su rigidez y tenacidad. Mientras mayor es el valor (modulo), más rígido es el material, por otro lado, si los valores son bajos son más flexibles frente a una tensión. (Flor, 2005)

2.3.6 Resistencia a la Corrosión:

Excelente comparada con la aleación de NiTi que contiene como elemento terciario el cobre. (Flor, 2005)

2.3.7 Elevada resistencia eléctrica:

Impidiendo ser conductor eléctrico que podría generar cambios o causar daños al utilizar equipos eléctricos. (Flor, 2005)

2.3.8: Mayor rango de transformación a variaciones de temperatura:

Permite incorporar metales ternarios a la composición de la aleación, como por ejemplo el cobre con el objetivo de mejorar su composición. (Flor, 2005)

2.4 LIMAS ENDODÓNCICAS ROTATORIAS Y SU APLICACIÓN CLÍNICA

Las limas endodóncicas son instrumentos que permiten la extirpación del tejido pulpar y la limpieza de los conductos radiculares; su evolución en cuanto a su material, diseño y técnica de uso a través del tiempo han permitido mejorar notablemente el pronóstico de los dientes tratados endodóncicamente.

Las limas se clasifican en términos generales en manuales y rotatorias o mecanizadas. Las primeras aquellas usadas con el manejo digital en manos del profesional y las segundas utilizadas por activación mecánica en motores que las hacen girar dentro de los conductos radiculares.

Las primeras limas manuales creadas por Maynard e introducidas en el mercado por la casa Kerr como limas “K”, mantienen sus especificaciones y normativas ISO No. 28 hasta la actualidad, y son fabricadas de acero inoxidable y de NiTi. Dependiendo de la forma geométrica de la barra metálica de donde se fabrica la lima, si es triangular, cuadrada o redonda se confeccionarán tipos de limas como ensanchadores, tipo K o Hedstroem respectivamente. Todas estas mantienen una estandarización determinada por una conicidad o taper de 0,02 mm que se incrementa en cada mm de su parte activa; y por el color del mango que indica el tamaño en centésimas de milímetro de la punta y que puede ir desde 0,6 hasta 140. De esta manera el taper de las limas manuales tipo “K” es constante.

Las compañías han fabricado y mejorado el diseño de los instrumentos y su metalúrgica mediante procesos termo mecánicos para tratar de disminuir o eliminar el riesgo de fractura. (Nieto, 2017)

Los instrumentos o limas rotatorias son fabricadas de níquel-titanio y representan un gran perfeccionamiento y simplificación de la endodoncia.

Al contrario de las limas manuales, las limas rotatorias no son estandarizadas por las normas ISO, ni se basan en normativas para su fabricación. De esta manera los fabricantes poseen libertad en cuanto a cambiar sus diseños y características físicas-metalúrgicas, lo que permite que el perfeccionamiento de la fabricación de las limas sea continuo.

Existen una gran cantidad de sistemas rotatorios, muchos de ellos ya descontinuados por disponer en la actualidad de otros con mejor aleación y diseño. Hay que destacar que poco a poco se van comercializando en nuestro país limas rotatorias de última generación, aunque con ciertas limitaciones en su importación.

Entre los sistemas rotatorios más conocidos a través del tiempo están:

- Sistema Rotatorio Quantec Series 2000 (Analytic-Endodontics)
- Sistema Rotatorio Profile (Dentsply-Maillefer)
- Sistema Rotatorio Profile GT (Dentsply-Maillefer)
- Sistema Lightspeed (Lightspeed)
- Sistema Hero (Hero)
- Sistema Pro taper (Dentsply-Maillefer)
- Sistema K3 (Kerr)
- Sistema Twisted File (Kerr)
- Sistema Twisted Adapted (Kerr)
- Sistema Mtwo (VDW)
- Sistema Pro Taper Next (Dentsply-Maillefer)

- Sistema Reciproc (VDW)
- Sistema Wave One (Dentsply-Maillefer)
- Sistema Profile Vortex Blue (Dentsply Tulsa Dental)

Cada una de estas limas rotatorias han ido mejorando en sus particularidades o características físico-metalúrgicas con el paso del tiempo, ya que los investigadores de las compañías comerciales que las fabrican, se enfocan en mejorarlas para desarrollar instrumentos más eficientes y más seguros.

2.4.1 Características físicas metalúrgicas de las limas rotatorias

Con el avance de la tecnología, las particularidades físico metalúrgicas son sujetas a mejoras constantes y se describen a continuación:

2.4.1.1 Conicidad: Variable y de mayores tamaños.

Las limas rotatorias difieren de las manuales por su conicidad o término en inglés “Taper”, que representa el diámetro de la parte activa. El mismo que se presenta con mayor tamaño y variable, esto significa que desde la punta hasta toda la longitud de su parte activa hay grandes aumentos porcentuales que van desde 0,02 mm hasta 0,12 mm y no son constantes en cada milímetro sino por el contrario pueden cambiar de acuerdo a cada diferente sistema de limas rotatorias pero manteniendo la forma cónica de mayor tamaño en el tercio cervical y menor en el apical como por ejemplo: Protaper Universal, Protaper Gold y Protaper Next que presentan conicidades variables crecientes y decrecientes a lo largo del instrumento. (Nieto, 2017)

Con esta conicidad incrementada, se consigue que las limas toquen más superficie de las paredes del conducto, lo que permite una instrumentación más efectiva y más rápida, siendo para el profesional menos agotador y para el paciente menos tensionante.

Al aumentar la conicidad en las limas rotatorias la aleación de níquel titanio no pierde su flexibilidad, lo que permite disminuir el tiempo de trabajo del operador y reducir la cantidad de instrumentos necesarios para instrumentar el conducto, de hecho, en los sistemas rotatorios más modernos se utiliza una sola lima. (Nieto, 2017)

El diámetro es un aspecto muy importante en las fracturas por fatiga cíclica. Una masa de metal girando de manera continua en un conducto atrésico produce un incremento en la fatiga del instrumento; se debería rotar con un diámetro lo más pequeño posible a un radio bajo de curvatura. (Burgos, 2005)

Entre más se introduzca el instrumento en la curvatura más aumenta el riesgo de fracturarse sobre todo si es un instrumento de gran taper. (Burgos, 2005)

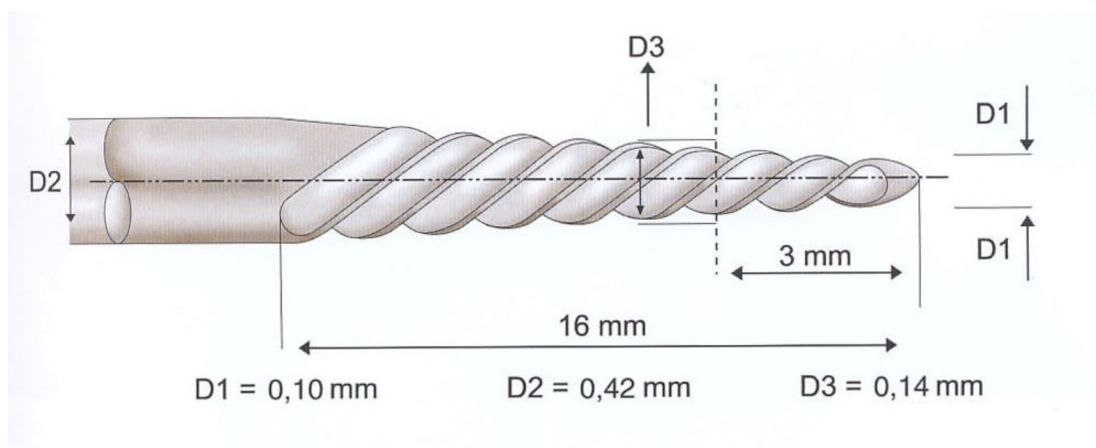


Figura 1. Conicidad: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.2. Distribución de la masa metálica o sección transversal: No tienen forma geométrica homogénea.

Adicionalmente las limas rotatorias difieren de las manuales por la continua evolución de sus diseños que no sólo basan su cuerpo o sección transversal en formas geométricas tradicionales como cuadrada, circular o triangular sino en formas de U o de S itálica entre otras. Estas nuevas morfologías permiten tener mayor masa central lo que le da más fuerza al instrumento y menor masa en la periferia proporcionando zonas de corte de la dentina y zonas de liberación que no contactan el instrumento a las paredes del conducto. Esto reduce el riesgo de fractura y de taponamiento del barrillo dentinario, de hecho el instrumento se acomoda en el conducto distribuyendo las energías hacia la dentina y no solo acumula dicha energía en su masa metálica. Los nuevos diseños también facilitan que el instrumento gire dentro del conducto con una velocidad constante en sentido corono apical (Crown-Down), permitiendo el mayor ensanchamiento de los dos tercios coronales, promoviendo el desgaste anticurvatura y previniendo la formación de escalones, transportaciones o de agudizaciones periapicales. La preparación del tercio apical se realiza sin forzar la lima y sin apuros hasta que llegue a longitud de trabajo fácilmente, alternando con irrigación intracanal y con permeabilización del conducto con una lima manual. (Leonardo, 2005)

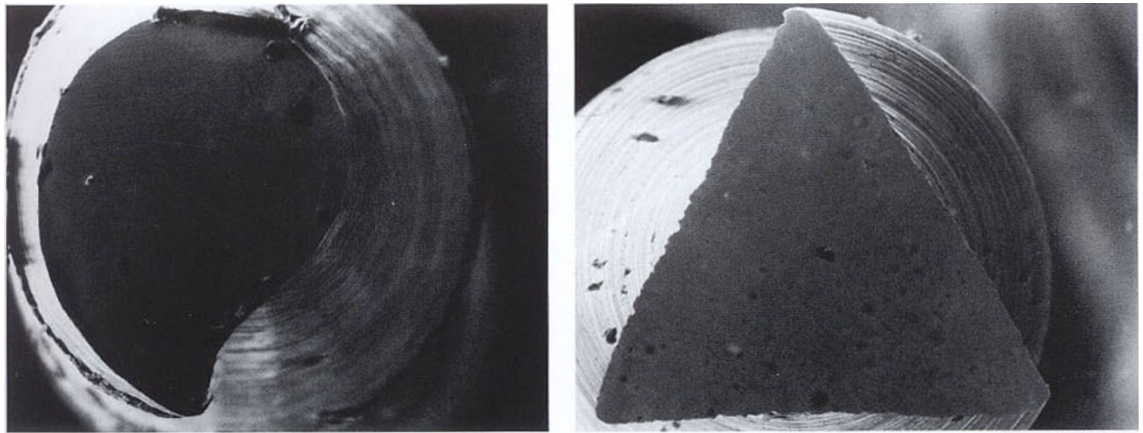


Figura 2. Sección Transversal Lima Hedstroem y Ensanchador: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.3 Diseño de la punta: Frecuentemente inactiva.

La mayoría de las limas rotatorias tienen punta inactiva o la llamada punta Batt o Roane, con el objetivo de no crear falsas vías o escalones. El ángulo de transición entre la punta y el cuerpo del instrumento es eliminado, este ángulo se mide entre el eje longitudinal del instrumento y la tangente del último espiral. Los instrumentos con punta pasiva, no cortante, redondeada o inactiva sirven de guía para que la lima permanezca centrada durante la instrumentación y difícilmente se desvíe del trayecto original del conducto. Idealmente debe ser una punta cónica, lisa o inactiva, sin ángulos de transición para evitar deformaciones o transportaciones al momento de trabajar en el interior del conducto. Esta característica está presente en la fabricación de instrumentos de níquel titanio. (Burgos, 2005)

También existen instrumentos con punta activa o cortante como el Sistema Quantec, con pequeños ángulos de transición indicadas para sobrepasar calcificaciones o conductos muy atrésicos, pero deben

usarse con mayor cuidado para evitar transportaciones. Y las limas de ensanchado de Protaper o limas S tienen puntas parcialmente activas para el pre-ensanchamiento a diferencia de las limas de terminado Protaper o limas F con punta pasiva. (Nieto, 2017)

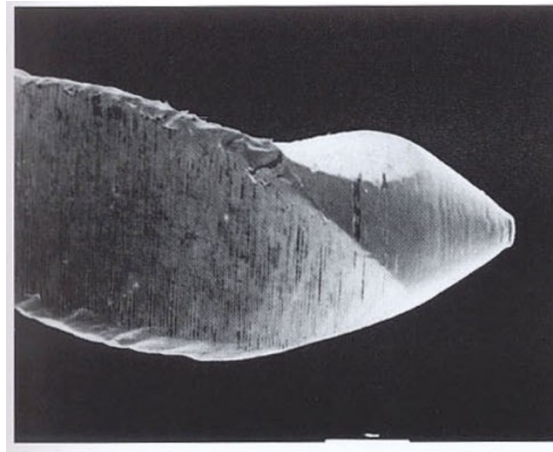


Figura 3. Punta Limo Flex-R: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.4 Superficies Radiales o Radial Lands:

Es la superficie o cantidad de metal soportado en las hojas de corte del instrumento. En este tipo de limas rotatorias, el corte es efectivo ya que no sólo existen bordes que corten dentina sino que poseen superficies de corte o áreas de contacto pero desbastadas lo que se conoce como radial land o guía lateral de penetración. Este plano de contacto logra que se ensanche más el conducto por lo tanto hay mayor desinfección y a la vez impide que se trabe o clave en las paredes lo que se traduce en menor riesgo de transportación o fractura de la lima. El radial land permite que el instrumento permanezca centrado en el conducto, por el contrario si un instrumento carece de superficie radial

detrás de la hoja de corte se convierte en menos resistente a la fatiga cíclica torsional. (Nieto, 2017)

Adicionalmente, con la superficie radial se da a la lima un ángulo de corte negativo permitiendo que el desgaste no sea tan intenso. (Burgos, 2005)

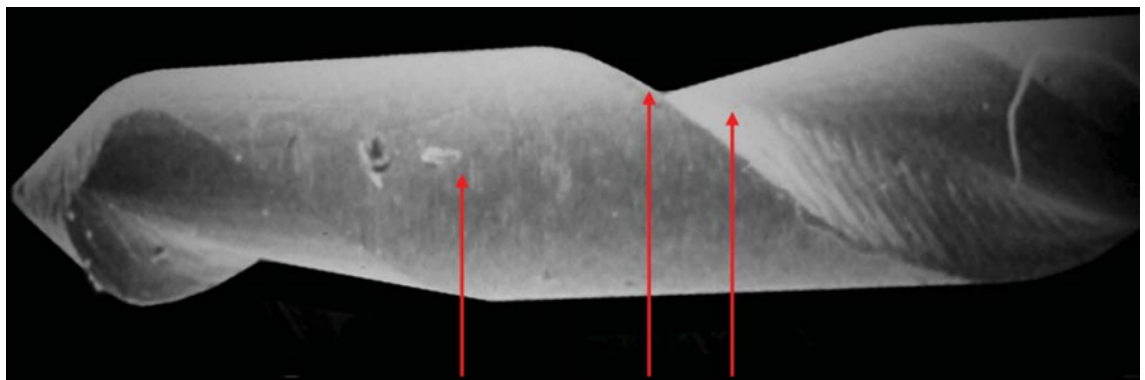


Figura 4. Superficie Radial: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.



Figura 5. Superficie Radial: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.5: Ángulo de corte: Frecuentemente negativo.

Es el ángulo formado por el filo cortante de la lima y las paredes que van a cortar la dentina. Es negativo en las limas rotatorias por presentar superficies radiales, haciendo que el desgaste no sea tan intenso. Para compensar esta menor intensidad del corte se aumenta la velocidad del motor rotatorio. (Leonardo, 2005)

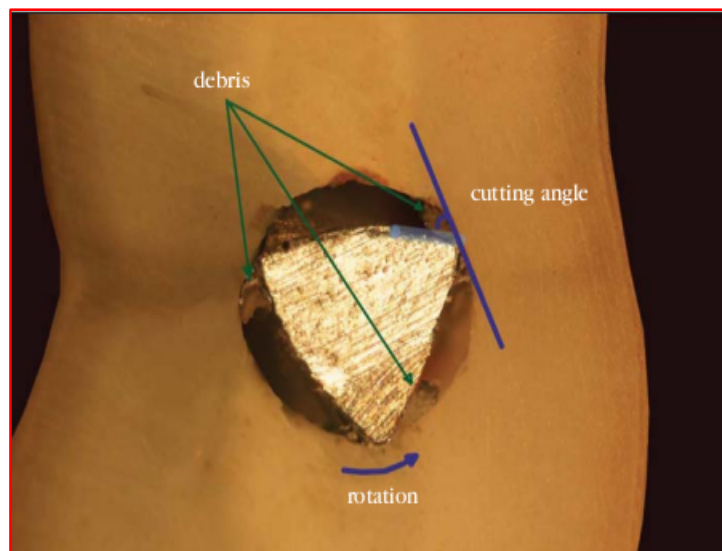


Figura 6. Ángulo de corte:

2.4.1.6: Área de escape: Zonas de liberación para el barrillo dentinario.

Áreas, surcos o ranuras determinadas por las nuevas formas de las secciones transversales de las limas por las que el barrillo dentinario producido en la instrumentación puede ser expulsado. La ventaja será evitar el taponamiento del conducto. (Leonardo, 2005)

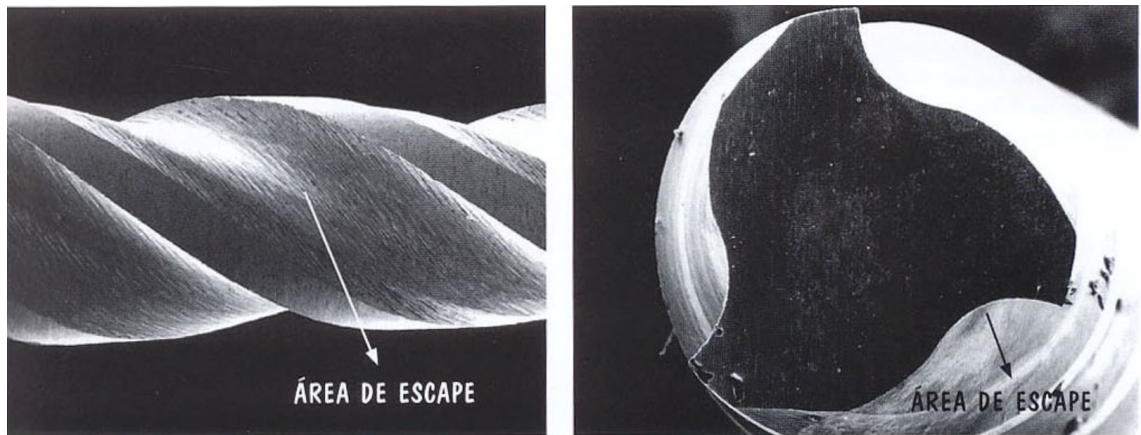


Figura 7. Área de escape: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.7: Alivio de la superficie radial: Área que reduce el contacto de la lima con la dentina.

Determinado por la intersección de las superficies radiales que permite un área de menor contacto con la dentina para liberar tensiones disminuyendo la fricción del instrumento en el conducto. (Leonardo, 2005)

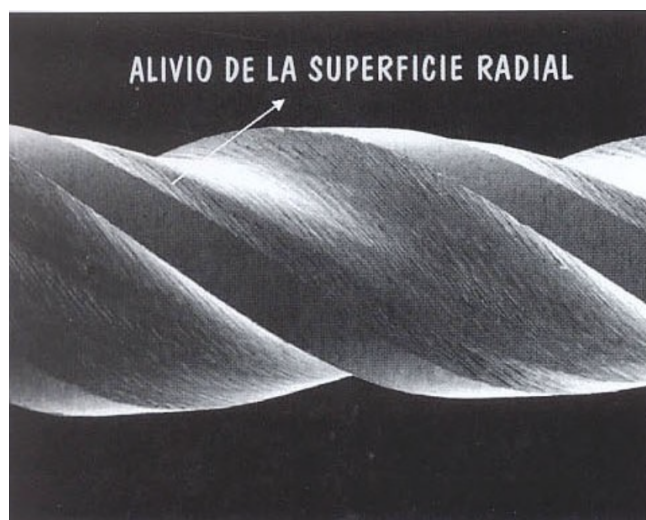


Figura 8. Alivio de la Superficie Radial: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.8: Ángulo Helicoidal: Variable incluso dentro de la misma lima.

Formado entre las estrías o superficies de corte del instrumento rotatorio y la línea transversal del eje largo del instrumento.

Si es mayor el ángulo helicoidal es más rápido el corte y con un ángulo pequeño se efectiviza el corte. (Leonardo, 2005)

En instrumentos rotatorios el ángulo helicoidal es de un promedio de 35 grados y hay que tener en cuenta que con un ángulo mayor de 45 grados se tiene mayor riesgo de fractura. (Leonardo, 2005)

Este ángulo está determinado por la distancia entre las estrías o pitch, mientras más grande es la distancia entre estría y estría el ángulo helicoidal será mayor. En las limas manuales convencionales poseen ángulos helicoidales constantes, por ejemplo un ensanchador con ángulo helicoidal de 45 grados es más agresivo o corta más que una lima K con un ángulo helicoidal más cerrado de 30 grados. (Nieto, 2017)

En las limas rotatorias el ángulo helicoidal puede ser constante o variable dentro de una misma lima, más aún será variable entre los diferentes sistemas, por ejemplo los rotatorios de primera generación tienen ángulos helicoidales constantes a diferencia de los rotatorios de última generación con ángulo helicoidales variables. (Nieto, 2017)

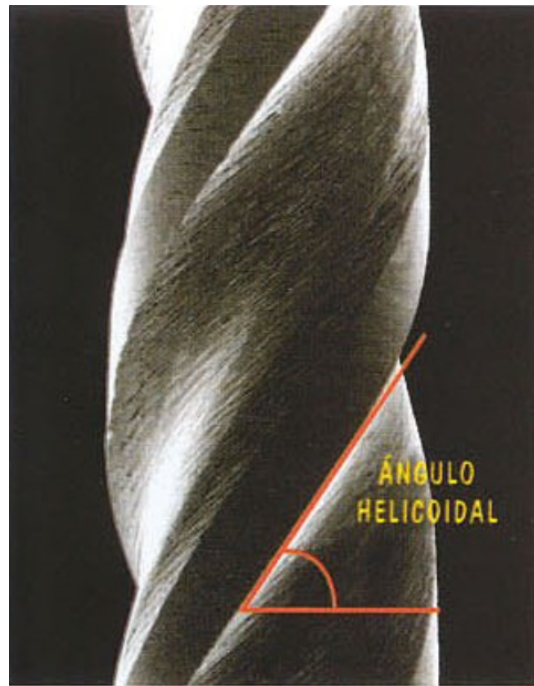


Figura 9: Ángulo Helicoidal: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.9: Acabado Superficial:

Es necesario el pulido físico y químico de la superficie de las limas para evitar áreas irregulares que pueden repercutir en desgastes anticipados del instrumento incrementando el riesgo de fracturas.

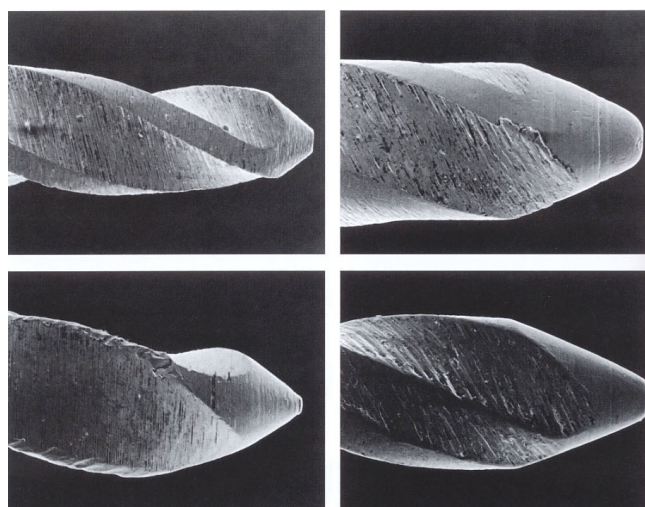


Figura 10: Área Superficial: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”. Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.10: Pitch:

Es la distancia entre las estrías cortantes de la parte activa de una lima. Un instrumento con un pitch corto tendrá un mayor número de hojas cortantes o espirales si se compara con una lima de pitch grande que tendrá menor número de estrías.

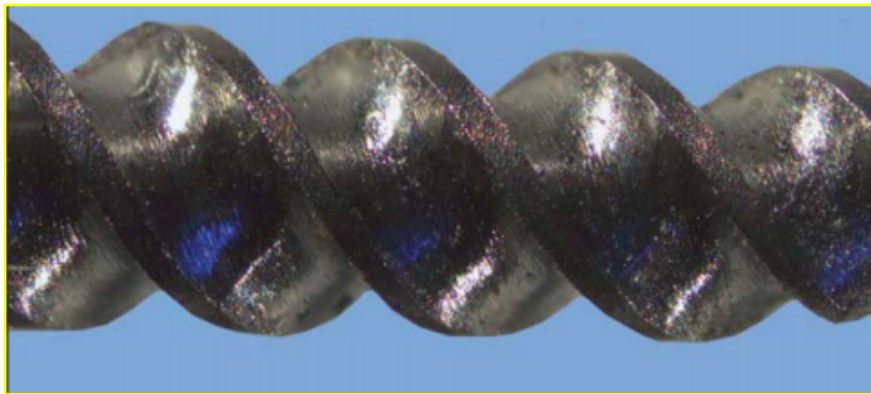


Figura 11: Pitch: Área Superficial: Imagen tomada de “Sistemas Rotatorios en Endodoncia”.

Mario Roberto Leonardo.

2.4.1.12: Cinemática:

El método o técnica de utilización de las limas rotatorias influirá directamente en la adecuada conformación de los conductos radiculares y en la prevención de los percances endodóncicos pues es importante mencionar que no existe una lima que reúna todas las características ideales para dejar de lado el conocimiento y la pericia del profesional.

Las técnicas de preparación del conducto clásicas son corono apicales o crown down y apico coronales o step back. Las limas manuales han basado su cinemática en la combinación de ambas técnicas; las limas rotatorias se fundamentan en la utilización de técnicas corono apicales sin restarle importancia a su combinación continua con la instrumentación manual para

patentizar o permeabilizar los conductos radiculares retirando el barrillo dentinario que provoca la instrumentación mecanizada.

Otro factor importante en la técnica de instrumentación rotatoria es la experiencia del operador, quien debe conocer, familiarizarse y practicar con cada diferente sistema rotatorio antes de utilizarlo en la clínica. (Burgos, 2005)

No existen técnicas de preparación que garanticen el éxito terapéutico para una conformación adecuada en el manejo de los conductos curvos y estrechos, ni tampoco un instrumental rotatorio que lo haga, existen los principios básicos que si se practican acertadamente podrán generar el éxito en el manejo de dientes con anatomías radiculares complejas, siendo la instrumentación manual en todo momento del proceso de la preparación una guía y una ayuda importante para todos los sistemas rotatorios en la aplicación de estos principios básicos para lograr el éxito del tratamiento endodóncico. (Hulsmann M, 2005)

Dentro de los conocimientos básicos que debe dominar el profesional son las especificaciones con las que trabaja cada motor endodóncico correspondiente a cada sistema rotatorio como son el torque, las revoluciones por minuto, el tipo de movimiento que puede ser oscilatorio, rotacional (en sentido horario) o reciprocante.

Sin embargo, no solo las técnicas de preparación de NiTi son causa de la fractura, como principio de la cinemática el operador nunca debe presionar el instrumento dentro del conducto radicular, este debe entrar y salir de manera holgada para que no exista estrés en el mismo y de esta manera prevenir la fractura por torsión; a mayor presión, mayor tendencia a fracturarse (Yared 1999).

Otro factor de importancia que debe prestar atención el operador es el control o examinación de la vida útil de las limas; el clínico debe llevar un control del número de usos de cada lima y al reutilizar un instrumento, éste debe ser cuidadosamente examinado para poder detectar posibles defectos. Sin embargo, la inspección visual no es un método seguro para evaluar las condiciones de un instrumento ya utilizado, ya que la mayoría de defectos superficiales se observan a través de microscopía o lupa. (Burgos, 2005)

La vida útil o longevidad de una lima rotatoria estará dada por el número de usos del instrumento, la velocidad a la que trabaja la lima, la presión dada por el operador y la persistencia de giro en un mismo punto y el estrés torsional al que se sometió de acuerdo al tipo de anatomía del conducto radicular. (Burgos, 2005)

Idealmente, en curvaturas acentuadas y brascas, bifurcaciones, curvas en forma de “S”, se debe utilizar instrumentos nuevos y una sola vez para reducir las fracturas. (Burgos, 2005)

Adicionalmente, el profesional debe conocer el torque y las rpm con el cual el instrumento trabaja. El trabajar con un torque mayor puede sobre pasar el límite máximo del instrumento incrementando la posibilidad de fractura del instrumento. Se recomienda la utilización de motores de bajo torque o aquellos en los que pueda regular el mismo. Actualmente todas las industrias de motores rotatorios incorporan estas especificaciones en su software de acuerdo a las indicaciones del fabricante, o a su vez trabajar con motores que controlen el torque de manera automática. (Burgos, 2005)

Para el movimiento rotatorio en sentido horario se debe trabajar con una velocidad constante entre 150 a 350 revoluciones por minuto y con un torque que varía entre 0.1 y 10 Newtons (NCM) por centímetro.

Para el movimiento recíprocante los motores trabajan con giros alternos en sentido horario y antihorario, es decir, que cambian la dirección del movimiento mientras van conformando el conducto radicular, utilizan un torque entre 2 y 4 Ncm. (Leonardo, 2005)

Las revoluciones por minuto y los grados con los que se trabaja recíprocamente son específicos en cada sistema rotatorio, por ejemplo para las limas Reciproc el primer movimiento antihorario es a 150° y el segundo movimiento horario es a 30° trabajando a 300 rpm. Por otro lado, en el sistema Wave One Gold se trabaja a 350 rpm con un giro inicial antihorario a 170° y un segundo giro horario de 50° . (Aguilera, 2013)

2.4.2: Tipos de Sistemas Rotatorios Actuales

En base al desarrollo de la ingeniería industrial se han perfeccionado diferentes tipos de sistemas rotatorios los cuales se han agrupado en 5 generaciones que difieren entre ellos por variaciones en ciertas características físicos metalúrgicos. (Nieto, 2017)

Estas generaciones se describen a continuación:

Primera Generación: Sus representantes son los sistemas Lightspeed, GT, Profile, Quantec y K3. Se caracterizan por ser fabricados con Aleación NiTiSE (Aleación Níquel Titanio Superelástica), tener una conicidad constante y un ángulo de corte neutral. (Nieto, 2017)

Segunda Generación: Su principal característica es que poseen conicidades variables de una lima a otra y en la misma lima. Y tienen mayores ángulos

de corte, volviendo a los instrumentos más efectivos como el Sistema Pro Taper y Pro Taper Universal. (Nieto, 2017)

Tercera Generación: Tienen cambios metalúrgicos en su aleación, aparecen instrumentos fabricados con M Wire y Blue Wire tales como: Pro Taper Next, Wave One, Profile Vortex y Profile Vortex Blue respectivamente. (Nieto, 2017)

Cuarta Generación: Son los de concepto de lima única reduciendo notoriamente la cantidad de instrumental requerido. Limas únicas reciprocantes o rotatorias. Ejemplos de estos sistemas son: Wave One Gold de Dentsply Maillefer, Reciproc de la casa VDW, ESX de Brassler Company, One Shape de Micro-Mega o Self Adjusting file (SAF) de Nova RiteDent.

Quinta Generación: Son limas con nuevos movimientos de tipo acéntricos y asimétricos de la masa del instrumento permitiendo mayor remoción de dentina. Entre este grupo está el sistema Protaper Next de Dentsply Maillefer, Revo S y One shape de Micro-Mega (Nieto, 2017)

A continuación, se describen los sistemas más utilizados en la actualidad, los cuales fueron objeto de estudio en este trabajo de titulación.

Reciproc

El sistema de instrumentación “Reciproc” de la compañía VDW se presentó con el concepto de cambiar la técnica de instrumentación rotatoria utilizando solamente un único instrumento de níquel titanio lo que se denomina “preparación con lima única”, por lo que es un instrumento de cuarta generación muy representativo y comercial. Esto es posible gracias a la

variación en la aleación en el metal que lo hace más flexible, a la cinemática de rotación recíprocante y al especial diseño de la lima. (Moscoso, 2014)

Los instrumentos Reciproc se fabrican de la aleación níquel titanio de tipo M-Wire que se obtiene por un proceso de tratamiento térmico innovador. Esta aleación tiene mayor resistencia a la fatiga cíclica y proporciona mayor flexibilidad que el material de NiTi común. (Aguilera, 2013)

Otra ventaja es su diseño específico que tiene una sección transversal en forma de “S”, con dos bordes o superficies cortantes, con áreas de escape y punta inactiva. Esta morfología ofrece una alta capacidad de corte y flexibilidad con reducción de la fricción, y brinda una enorme capacidad de eliminar barrillo dentinario del canal radicular. (Aguilera, 2013)

La técnica o cinemática de las limas Reciproc es específica para movimiento recíprocante, trabaja con movimientos en dos direcciones. El primer movimiento lo realiza en sentido anti horario en 150 grados y el segundo movimiento en sentido horario de 30 grados a 300 rpm. (Aguilera, 2013)

El pre-ensanchamiento del conducto en los tercios cervical y medio, es la metodología recomendada para la instrumentación rotatoria, ya que con esta se reduce al mínimo el riesgo de fractura del instrumento en el canal. Sin embargo, en los movimientos de reciprocidad los ángulos de alternancia en las rotaciones de derecha a izquierda son considerablemente inferiores a los ángulos en los que se fracturan el resto de los instrumentos. (Aguilera, 2013)

Para el movimiento recíprocante se utiliza un motor de endodoncia, que controle el torque que debe ser entre 2 y 4 NCM, las revoluciones por minuto que deben ser 300 rpm, y los ángulos de movimiento que son horario y

antihorario. La casa comercial VDW tiene como indicación la utilización de su motor el VDW.SILVER ® RECIPROC, que permite prevenir que el instrumento se fracture en su rotación, cuando éste sobrepase su ángulo de deformación plástica específico. La capacidad de centrado de la técnica de reciprocidad permite al instrumento seguir el camino natural de menor resistencia del canal radicular. (Aguilera, 2013)

El sistema Reciproc consta de 3 limas: R25, R40, R50 que varían entre ellas por el diametro en su punta (D0), por la variación de su conicidad en los primeros 3 mm R25 (8%), R40 (6%), R50 (6%) y posteriormente regresiva.



Figura 12: Sistema Reciproc: Imagen tomada de vdw-dental.com

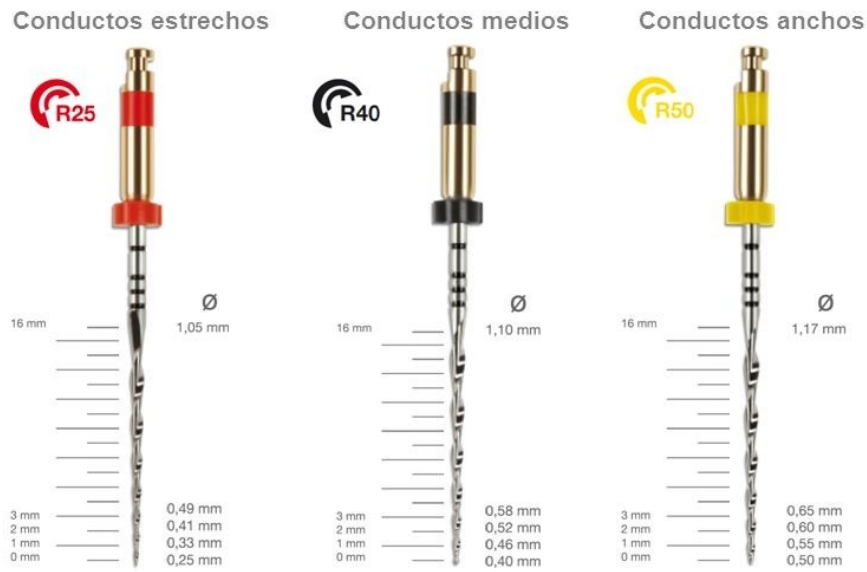


Figura 13: Sistema Reciproc: Imagen tomada de vdw-dental.com

Las limas reciproc están disponibles en tres tamaños de 21 mm, 25mm, 31 mm. Se comercializan en blisters de limas surtidas y de un mismo tipo de acuerdo a las preferencias del profesional. Siempre tomando en cuenta que están indicadas para la preparación de un conducto único.

De los tres tipos (R25, R40, R50), se selecciona la lima que mejor se adapte al tamaño del canal, lo cual se puede determinar al patentizar inicialmente el conducto con limas manuales de bajo calibre asegurando la permeabilidad del conducto.

De acuerdo a las especificaciones del fabricante, Reciproc no requiere de un pre-ensanchamiento con fresas Gates Glidden o de Orifice Opener ya que su diseño permite remover las obstrucciones del tercio coronal.

La técnica de preparación rotatoria con sistema Reciproc indicada por el fabricante VDW, es la siguiente:

- Radiografía preoperatoria para seleccionar correctamente el diámetro del instrumento a utilizar en relación a la anatomía del canal radicular, por ejemplo:
 - Si el canal radicular esta parcial o completamente invisible en la radiografía se debe utilizar la lima R25, ya que es un canal estrecho.
 - Si el canal radicular está completamente visible en la radiografía se debe probar una lima manual ISO30, si ésta entra en forma pasiva a longitud de trabajo, se debe utilizar la lima R50, ya que es un canal amplio. Pero si la lima no entra en forma pasiva a longitud de trabajo se debe probar una lima manual ISO20 a longitud de trabajo y luego se selecciona la lima R40, ya que es un canal mediano. Si la lima manual ISO20 no entra en forma pasiva a longitud de trabajo, usar la lima R25.
- Determinación electrónica de la longitud de trabajo teniendo una longitud estimada o aparente con la ayuda de una radiografía preoperatoria. (Aguilera, 2013)
- Introducir la lima seleccionada al interior del canal y utilizar el movimiento de adentro hacia fuera en un movimiento tipo picoteo (pecking motion) con una presión muy ligera o sin presión, aproximadamente por 1-2 segundos avanzando 2 mm hasta llegar a longitud de trabajo. La amplitud de estos movimientos hacia adentro y afuera no debe superar los 3 mm. (Moscoso, 2014)

Wave one gold

Las limas Wave One Gold son otro tipo de sistema rotatorio de lima única de cuarta generación, lo que significa que no se pierde tiempo cambiando de instrumentos, durante la conformación del canal radicular. Esto aporta al profesional una mayor simplicidad y disminuye hasta un 40% el tiempo global de trabajo comparado con la técnica rotatoria tradicional de movimiento continuo.

Wave One Gold es un instrumento muy innovador pues presenta características metalúrgicas de mejoramiento en su aleación M Wire.

La aleación “Gold” combina la flexibilidad con la rigidez optimizando la eficiencia de corte. Reduce la fatiga clínica y torsional y disminuye la fuerza de contacto del instrumento y la pared del conducto, minimizando el riesgo de transporte radicular y de fractura del instrumento.

El tratamiento “Gold” proporciona mayor seguridad de su uso, pues brinda una sensación táctil confortable sin tensiones, para increíblemente trabajar en curvaturas complejas con más facilidad. (Aranguren, 2005)

El Sistema Rotatorio Wave One Gold se compone de 3 limas:

- La lima Primary de tamaño en la punta 25 y conicidad 0,08, la cual está diseñada para conformar por completo la mayoría de los canales radiculares.
- La lima Small de tamaño en la punta 21 con una conicidad de 0,06.
- La lima Large de tamaño en la punta 40 con una conicidad de 0,08.

Las limas Wave One Gold están disponibles en tres longitudes clásicas: 21, 25 y 31 mm. y tienen un mango corto de 11mm para mejorar el acceso a los

dientes posteriores. Todas ellas disponen de conicidad variable en su parte activa para mejorar la flexibilidad y permitir una preparación más conservadora del conducto radicular en el tercio coronal. (Arranguren, 2014)

Su cinemática mantiene el movimiento recíprocante de la Wave One tradicional, con grados de 170 grados en sentido antihorario y 50 grados en sentido horario, la lima trabaja con 350 rpm. El corte en este sistema es producido durante el giro antihorario. (Kim HC et al, 2012)

El motor de movimiento recíprocante para las limas WaveOne Gold indicado por el fabricante Dentsply es iQ, que trabaja con giro alterno, lo que significa que continuamente cambia la dirección de giro durante el procedimiento de conformación. El uso de un amplio ángulo de giro en la dirección de corte proporciona una alta eficacia, y un ángulo menor empleado en la contramarcha, ayuda a la lima WaveOne a avanzar con éxito a través del canal radicular, respetando la anatomía del mismo, reduciendo el riesgo de atornillamiento y de fractura de la lima.

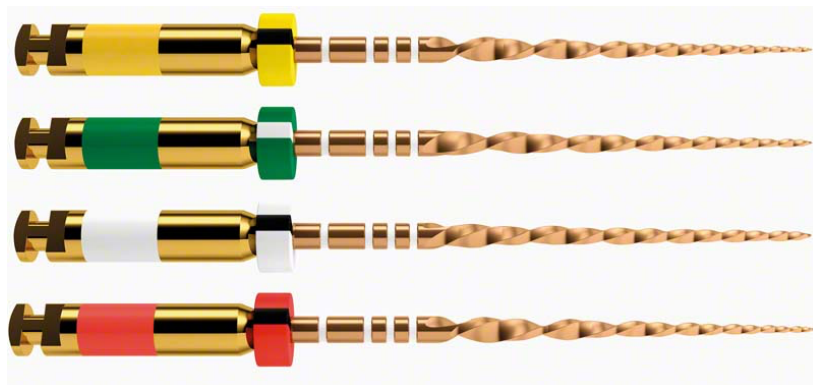


Figura 14: Sistema Wave One Gold. Imagen tomada de:
<http://endodonciaargentina.blogspot.com/2016/07/wave-one-gold-casos-clinicos-dr-jorge.html>



Figura 15: Sistema Wave One Gold. Imagen tomada de:
<http://endodonciaargentina.blogspot.com/2016/07/wave-one-gold-casos-clinicos-dr-jorge.html>

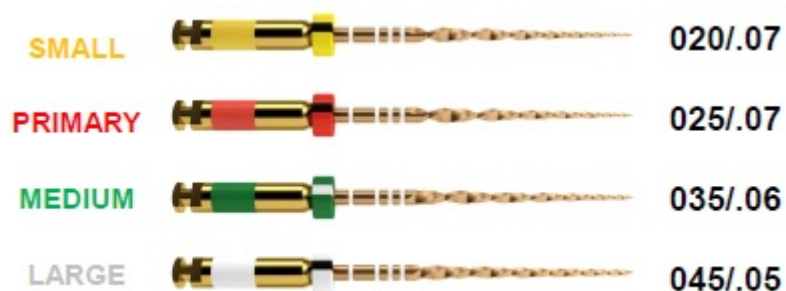


Figura 16: Sistema Wave One Gold. Imagen tomada de:
<http://endodonciaargentina.blogspot.com/2016/07/wave-one-gold-casos-clinicos-dr-jorge.html>

La técnica de preparación rotatoria con sistema Wave One Gold indicada por el fabricante es la siguiente:

- Establecer un acceso coronal en línea recta hasta el orificio de entrada del canal radicular.
- Estimar la longitud de trabajo mediante, localizador apical, radiografías o imágenes digitales preoperatorias, obtenidas con una correcta angulación.

- Crear una permeabilidad del conducto usando suavemente la lima 010k, con la ayuda de irrigación o de un quelante viscoso.
- Seleccionar la lima WaveOne Gold.
- Iniciar la preparación con la lima WaveOne seleccionada, junto con el irrigante. Realizar un movimiento de picoteo suave hacia adentro, con avances de 2-3 mm. de profundidad, hasta que la lima WaveOne Gold avance en forma pasiva, y se note resistencia. Usar métodos de irrigación activa para conseguir la desinfección en 3D del sistema de canales radiculares.
- Sacar la lima Wave One Gold, eliminar los restos de dentina e inspeccionar las espiras cortantes, irrigar y repetir la instrumentación hasta haber conformado los dos tercios del canal radicular.
- Preparar el tercio apical del canal con una lima del número 010k junto con un quelante viscoso. Utilizar esta lima con suavidad hasta que quede completamente suelta al alcanzar la longitud de trabajo estimada.
- Establecer la longitud de trabajo final, confirmar la permeabilidad apical, verificar que el canal es totalmente permeable e irrigar.
- Usar la lima WaveOne Gold seleccionada a la longitud de trabajo final, irrigar, recapitular y volver a irrigar. Si la lima Wave One Gold no llega en primera intención a la longitud de trabajo combinarla con la lima manual e irrigación para alcanzar la longitud. En ciertos casos la lima PRIMARY (025 .08) no puede alcanzar la longitud deseada, entonces se seleccionará la lima Wave One SMALL (021.06) para la conformación del tercio apical.
- Calibrar el tamaño del foramen apical con una lima manual ISO del mismo diámetro que la lima Wave One Gold que alcanzó la longitud de trabajo. Si la lima manual de calibrado ofrece resistencia cuando alcanza LT, la preparación ha terminado. Si la lima de calibrado está

suelta al llegar a LT se recomienda usar una lima Wave One Gold para terminar la preparación. (Arranguren, 2014)

El sistema WOG combina dos importantes aspectos en innovación de instrumentación: tratamiento térmico de la aleación de NiTi y movimiento reciprocante. (Steinfort, 2017)

Este tratamiento térmico corresponde a ciclos predeterminados de enfriamiento y calentamiento a temperaturas patentados por el fabricante, que le da el color y nombre a las limas Wave One Gold, ya que produce una capa superficial de Óxido de Titanio que le da un aspecto dorado. Este proceso busca modificar la matriz cristalográfica del NiTi, alterando las temperaturas de transformación entre la fase austenita y martensita, creando instrumentos más flexibles, resistentes a la fatiga cíclica y con mayor capacidad de deformación (Steinfort, 2017)

Este tratamiento se realiza posterior a la fabricación del instrumento, a diferencia de otros tratamientos térmicos que se realizan antes del tallado de éste, como, por ejemplo, el que se utiliza para fabricar el M-Wire de Protaper Next y de Reciproc (VDW). (Steinfort, 2017)

Las limas WaveOne Gold no se presentan como limas de Memoria Controlada, pero es normal verlas con una leve curvatura en su punta, gracias a las propiedades de la aleación Gold. Esto entrega la ventaja clínica de ser más fáciles de introducir a canales de difícil acceso, como son por ejemplo los canales mesiovestibulares, que las limas de NiTi convencionales. (Steinfort, 2017)

Vortex blue o blue wire

Según su fabricante Dentsply Tulsa dental, este sistema, mejora la resistencia

a la fractura y habilidad de corte, posee una superioridad en flexibilidad y habilidad de preparaciones céntricas. Su característica de color azul es dada por una formación de Óxido de titanio en su superficie. (Nieto, 2017)

2.5 DEFECTOS SUPERFICIALES DE LAS LIMAS ROTATORIAS

Es imposible anticiparse a la fractura de un instrumento rotatorio, sin embargo, si se hace una minuciosa exploración visual o mejor aún amplificada con lupas o microscopio se pueden hallar defectos superficiales que serán indicios, aunque no definitivos de una futura fractura.

Los defectos superficiales pueden clasificarse en macroscópicos y microscópicos, siendo la fractura el único defecto visible sin ayuda de ampliación.

Dentro de los defectos microscópicos se puede mencionar: grietas, microcavidades, bordes de filo romos, falla en la punta del instrumento, entre otras, los cuales en la práctica clínica sí podrían conducir a la fractura imprevista del instrumento. (Burgos, 2005)

Defectos superficiales microscópicos:

- Microfisuras: Fractura o rajadura de tamaño pequeño en los bordes cortantes de cada instrumento.
- Deformación de la estría: Defecto que implique el estiramiento o el acortamiento de la estría; pérdida de continuidad de la estría; deformación de forma en la estría.
- Cráteres: Depresión o cavidad abierta sobre la superficie de la lima.
- Deformación de superficies cortantes: Pérdida de la agudeza de la

parte activa de la lima; presencia de microfisura.

- Bordes romos: Forma redondeada en la parte activa de las limas.
- Presencia de restos de dentina: Visualización de barrillo dentinario.

Defecto Superficial Macroscópico:

- Fracturas completas: Separación violenta del instrumento.

Las compañías fabricantes de instrumentos están tratando de desarrollar instrumentos que trabajen más eficientemente y con un margen de seguridad mayor, modificando e incorporando nuevos elementos en el diseño y metalurgia como, conicidades, presencia o ausencia de superficies radiales, ángulos de corte, puntas pasivas, ángulos helicoidales y la disminución en el número de instrumentos necesarios para la preparación de conductos radiculares con el principal objetivo de evitar la fractura de las limas de endodoncia. (Nieto, 2017)

Las razones o causas por la que se da la separación de las limas pueden ser muchas, sin embargo, las 2 principales causas son: la fatiga cíclica y el estrés torsional. (Eugenio, 2016)

- *Fatiga Cíclica:* Se da cuando el instrumento supera su límite superelástico, por haber sido sometido a tensiones axiales más no rotacionales. Es la principal causa por la que se da la separación de las limas rotatorias, debido a esto es considerada un punto de máximo interés en el mejoramiento y fabricación de sistemas rotarios. (Burgos, 2005)

La fatiga cíclica está asociada a varios factores como, el tratamiento termomecánico en la fabricación de las limas, el diseño y microestructuras de los instrumentos, la aleación metálica, el radio

grado de curvatura del conducto, a la cinemática que se aplica y el número de usos del instrumento. (Ye, 2012)

De acuerdo a estos factores, una fractura por fatiga cíclica se puede evitar, si tomamos en consideración ciertos parámetros:

-Cinemática adecuada: dejar rotar el instrumento sin presión y a una velocidad constante, pues si aumenta existirá mayor fatiga. Y no sobreinstrumentar el conducto, cuando la lima llegue a longitud de trabajo se la retira pues a mayor tiempo de rotación del instrumento en la curva mayor fatiga se genera.

-Verificar la severidad de las curvaturas radicales con radiografías iniciales, a menor radio de curvatura habría mayor fatiga. (Burgos, 2005)

- *Estrés Torsional*: Se presenta si el instrumento sobrepasa el límite de elasticidad del metal cuando es sometido a tensiones rotacionales.

Es una deformación plástica cuando la lima se encuentra en rotación, y se engancha en una de las paredes del conducto radicular. (Burgos, 2005)

El stress de torsión ocurre generalmente en situaciones clínicas como:

- Cuando el operador ejerce demasiada presión hacia apical sobre la pieza de mano.
- Cuando existe mucha fricción o contacto entre las paredes del conducto y una extensa superficie del instrumento.

Para minimizar y/o controlar el stress de torsión se debe:

- Seleccionar el calibre o tamaño de la lima de acuerdo al estudio previo y detenido de la anatomía del conducto radicular, tratando que el segmento del instrumento que contacta con las paredes del conducto sea pequeño.
- Mantener permeable el conducto radicular después del uso de la lima rotatoria, irrigándolo con soluciones antisépticas, usando lubricantes o quelantes y con limas manuales.
- Limpiar el instrumento rotatorio cada vez que sale del conducto para retirar los detritos acumulados en su superficie. (Burgos, 2005)

Las compañías fabricantes de instrumentos están tratando de desarrollar instrumentos que trabajen más eficientemente y con un margen de seguridad mayor modificando e incorporando nuevos elementos de diseño como metalúrgica, conicidad , presencia o ausencia de superficies radiales, ángulos de arrastre y ángulos de corte, modificaciones en los ángulos de las puntas pasivas de los instrumentos, ángulos helicoidales y la disminución en el número de instrumentos necesarios para la preparación de conductos radiculares en una forma de rotación completa o reciprocante. (Nieto, 2017)

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO

Estudio experimental, observacional, analítico, descriptivo y comparativo. Se observaran los defectos superficiales encontrados en dos tipos de limas endodóncicas con microscopia electrónica después de la instrumentación de conductos radiculares curvos a través del análisis de imágenes tomadas en aumentos entre 200x y 500x. Los defectos superficiales que se analizaron en cada grupo de estudio fueron: microfisuras, deformación de estrías, cráteres, bordes romos, deformación de superficies cortantes, punta deformada, presencia de barrillo dentinario y fractura. La evaluación visual de las fotografías de las limas fue realizada por 4 expertos endodoncistas con gran reconocimiento profesional en el país, amplia experiencia clínica y miembros de la Asociación de Endodoncistas de Pichincha. La comparación entre los dos tipos de limas rotatorias fue realizada antes de la instrumentación y después de 3, 6 y 9 usos para poder determinar que instrumento posee menores defectos superficiales.

3.2 MUESTRA

Se utilizaron dientes molares humanos extraídos, de los cuales se tomaron en cuenta para este estudio sus conductos radiculares mesiales y vestibulares con curvaturas moderadas considerada de acuerdo al método de Scheneider entre 10 y 24 grados. Se utilizaron los conductos mesiales en molares inferiores y vestibulares en molares superiores.



Figura 17.: Rx Inicial Muestra No. 1



Figura 18.: Rx Inicial Muestra No.2

3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Molares humanos extraídos superiores e inferiores sin mayor destrucción coronal, con o sin caries o con o sin restauraciones clase I y II.
- Molares con raíces de mediana longitud sin reabsorciones y sin endodoncia previa.
- Molares conservados en suero fisiológico a baja temperatura de 5 grados.
- Raíces con el ángulo y el radio de curvatura estandarizado por el método Schneider que representan una curvatura moderada.
- Conductos Vestibulares en molares superiores y conductos mesiales en molares inferiores permeables, no calcificados que se comprobará con una toma radiográfica de estos conductos.

3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Dientes muy destruidos, con caries extensa, fracturados o con tratamiento endodóncico previo.
- Dientes con raíces rectas o con curvaturas fuera al rango establecido.
- Molares que no hayan sido conservados adecuadamente en suero fisiológico después de su extracción.
- Conductos Mesio Palatino y Mesio Medial de molares superiores y molares inferiores respectivamente.
- Conductos Palatinos y Distales de molares superiores y molares inferiores respectivamente.

3.5 MATERIALES:

- Blister de 9 limas marca Reciproc
- Blister de 9 limas marca Wave One Gold
- Motor de Endodoncia marca VDW
- Paquete Radiográfico marca Kodak
- Graduador marca Stadler
- Regla milimetrada de Endodoncia
- Marcador Permanente punta fina
- Etiquetas o cinta para etiquetar
- Viales de 10 mL (frascos de vidrio de conservación)
- Libreta para anotar resultados

- Gasas Estériles sin marca
- Jeringa de 5 mL sin marca
- Punta de Irrigación tipo Navitip marca Ultradent
- Limas manuales 10k marca Mayllefer
- Radiovisiografo marca Stick 100
- Acrílico sin marca
- Cera Base sin marca
- Microscopio Electrónico de Barrido
- Suero Fisiológico marca Lira
- Cepillo Cerda Gruesa sin marca
- Hipoclorito de Sodio 5.25 marca Lira
- Computadora para anotar resultados
- Autoclave
- Fundas para esterilización
- Mascarilla
- Guantes
- Gafas de Protección
- Sillón Odontológico
- Turbina Marca NSK
- Fresa Redonda
- Fresa Endo Z

3.6 METODOLOGÍA:

Se realizó la recolección de la mayor cantidad de molares extraídos. La muestra se recolectó de diversos centros odontológicos de la ciudad de Quito. Los dientes molares fueron lavados con cepillo y agua corriente y preservados en suero fisiológico posteriormente fueron examinados y seleccionados según los criterios de inclusión.



Figura 19: Muestra lavada con cepillo

Cada diente fue etiquetado en nomenclatura numérica para facilitar su identificación.



Figura 20: Nomenclatura numérica de los dientes

Posteriormente, se procedió a tomar una radiografía mediante radiovisiógrafo de cada uno de los dientes a estudiar para descartar calcificaciones de conductos y endodoncias previas.



Figura 21.: Rx Inicial Muestra No. 1

Con esta radiografía inicial y mediante un graduador se pudo realizar las mediciones de ángulo de curvatura según el método de Schneider.

El ángulo de Schneider es el formado entre la intersección de dos líneas rectas. La primera línea se traza para el eje largo del conducto y la segunda línea desde el agujero apical hasta intersectar con la primera. El ángulo formado entre las dos líneas da el grado de curvatura.

Las radiografías se tomaron con radiovisiografo en sentido orto radial en los molares superiores para visualizar los conductos MV y DV y en sentido mesio radial para los molares inferiores visualizando los conductos ML y MV. Con estas radiografías se procedió a realizar trazos de medición del ángulo de Schneider.

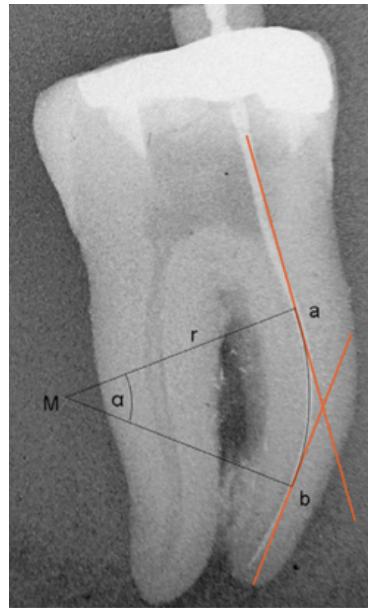


Figura 22: Método de Schneider

Se realizó el acceso endodóncico a cada uno de los dientes mediante turbina a alta velocidad y con fresa redonda y fresa Endo Z. Para la localización de los conductos radiculares se utilizó un explorador de endodoncia DG16.



Figura 23: Acceso cameral



Figura 24: Localización de conductos

Posteriormente se tomó longitud de trabajo introduciendo una lima 10K, comprobando la permeabilidad del conducto radicular hasta que se evidenció la punta del instrumento en el forámen apical, tomando esta medida como longitud aparente. A esta medida aparente se restó 0.5 mm, determinando la longitud de trabajo definitiva. Cada longitud de trabajo se anotó en un cuadro de datos especificando el tipo de conducto y de diente para luego utilizarlos en los diferentes grupos de estudio de la investigación.



Figura 25: Permeabilidad de conductos radiculares

Con el objetivo de representar la práctica clínica de una manera más realista se posicionaron los dientes en pantomas individuales de acrílico de acuerdo a su localización en una arcada dental humana para lo cual se aisló el foramen apical con cera base calentada con un mechero de alcohol evitando el taponamiento del conducto con el acrílico.



Figura 26: Aislamiento forámen apical



Figura 27: Aislamiento forámen apical



Figura 28: Confección Pantomas de Acrílico

Los instrumentos rotatorios seleccionados para esta investigación, Reciproc R25 y Wave One Gold Primary, fueron observadas bajo microscopio electrónico de barrido para constatar el perfecto estado de sus superficies en su estado original, sin someterlas a trabajo mecánico; asignando a estas fotografías como control negativo.

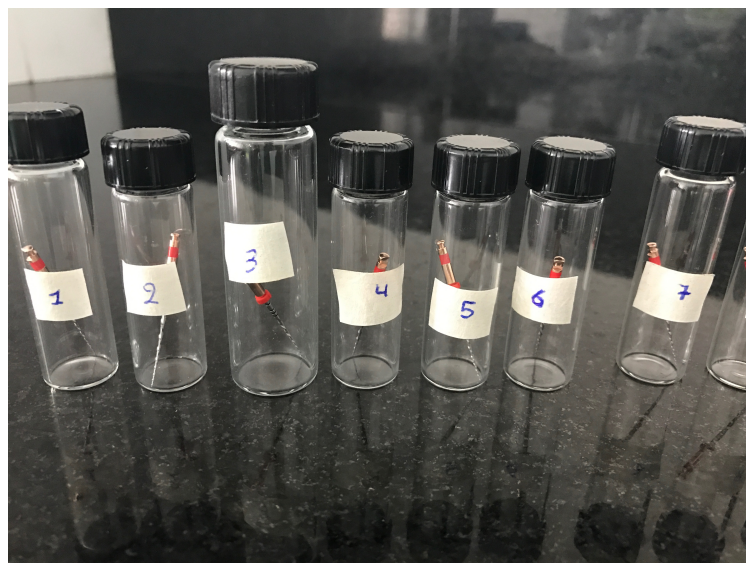


Figura 29: División de limas por marcas

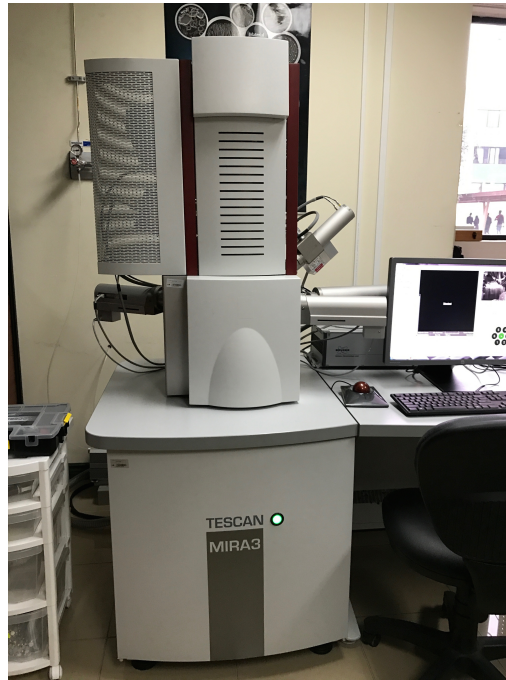


Figura 30: Microscopio Electrónico de Barrido

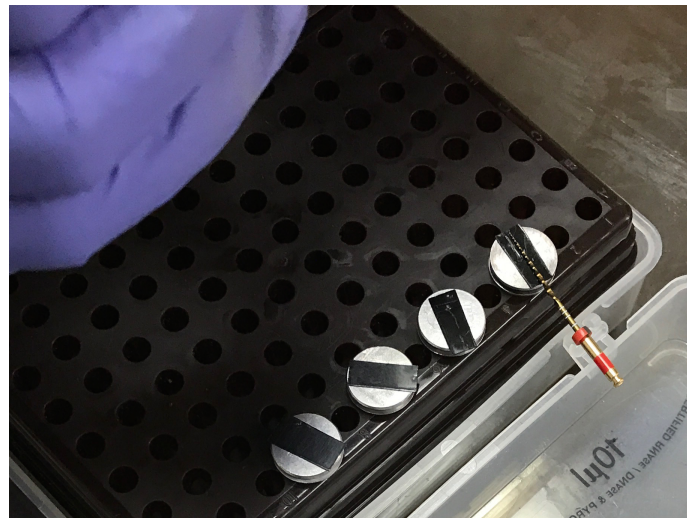
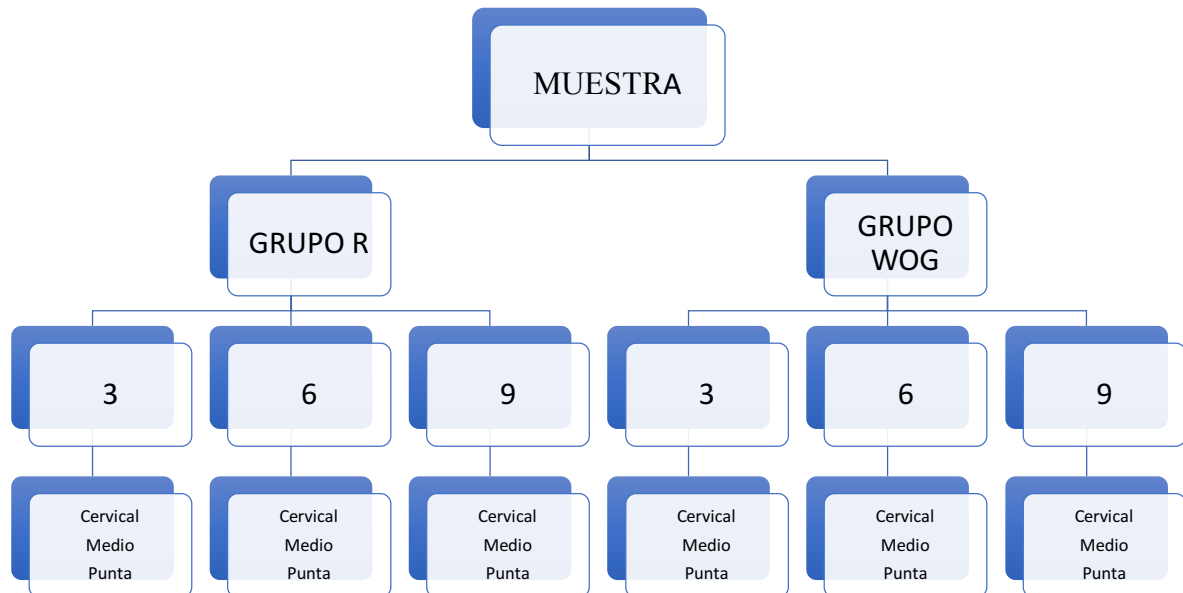


Figura 31: Colocación de las limas sin usarlas para control negativo

La muestra fue dividida aleatoriamente, en dos grupos de estudio correspondiente a los 2 tipos de limas a analizar. El grupo R se instrumentó con 9 limas R25 y el grupo W se instrumentó con las 9 limas Wave One Gold Primary, en 3, 6, 9 tiempos de instrumentación cada una de ellas.

Además cada grupo de estudio se subdividió por tercios cervical, medio y punta de acuerdo a como se explica en la siguiente tabla:



La técnica de instrumentación rotatoria fue corono apical con movimiento reciprocante según las recomendaciones del fabricante. Se trabajó con motor Silver Reciproc a 300 RPM y 4.1 N para el sistema Reciproc y a 350 RPM y 4.1N para el sistema Wave One Gold.



Figura 32: Motor utilizado para la instrumentación reciprocante

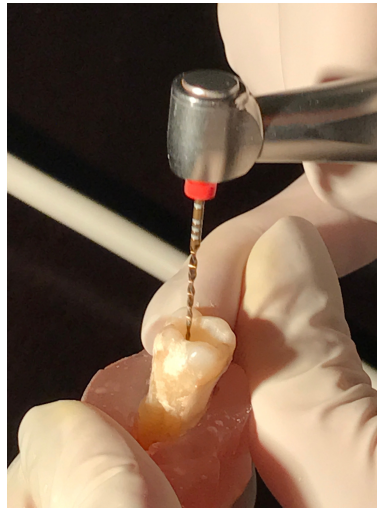


Figura 33: Instrumentación recíproca

Cada conducto instrumentado se patentizó con una lima 10k e irrigado con hipoclorito de sodio al 5.25% después del uso de cada lima dentro del conducto.

De acuerdo a las especificación del fabricante se utiliza una sola lima sin forzarla dentro del conducto con movimientos de intrusión y tracción. En ninguno de los dos sistemas el instrumento alcanzó la longitud de trabajo en una sola intención por lo que hasta alcanzar la longitud de trabajo se alternó con irrigación abundante de hipoclorito y patentización con la lima manual. Luego de cada instrumentación a longitud de trabajo (LDT) se limpió el barrillo dentinario de las superficies de cada una de las limas con gasa estéril para luego ser esterilizadas en autoclave simulando la práctica clínica.



Figura 34: Limas previa esterilización



Figura 35: Limas previa esterilización

Todos los canales se prepararon por el mismo operador. Este procedimiento se repitió para cada conducto en 3, 6, y 9 usos. Las limas pasaron por un mecanismo de esterilización o autoclave a los 3 usos, a los 6 usos y a los 9 usos.

Todos los instrumentos fueron observados bajo un escaneo de microscopía electrónica de barrido después de preparar los conductos radiculares curvos a los tres, a los seis, y a los nueve usos.

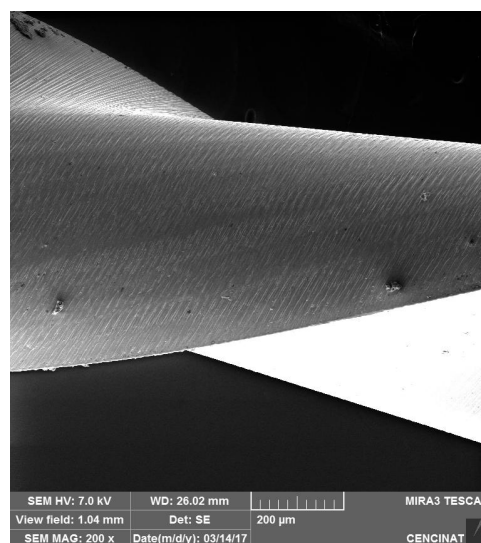


Figura 36: Imagen extraída luego de los 3 usos a nivel cervical de la lima Reciproc (Muestra 1)

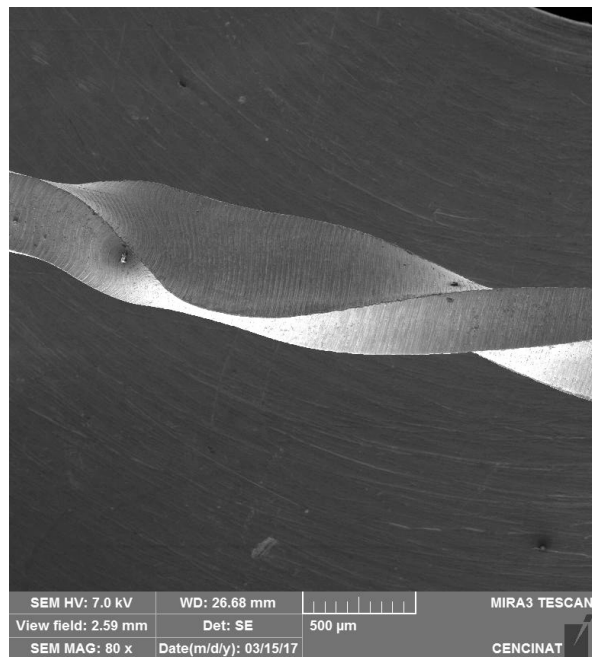


Figura 37: Imagen extraída luego de los 6 usos a nivel medio de la lima Reciproc (Muestra 10)

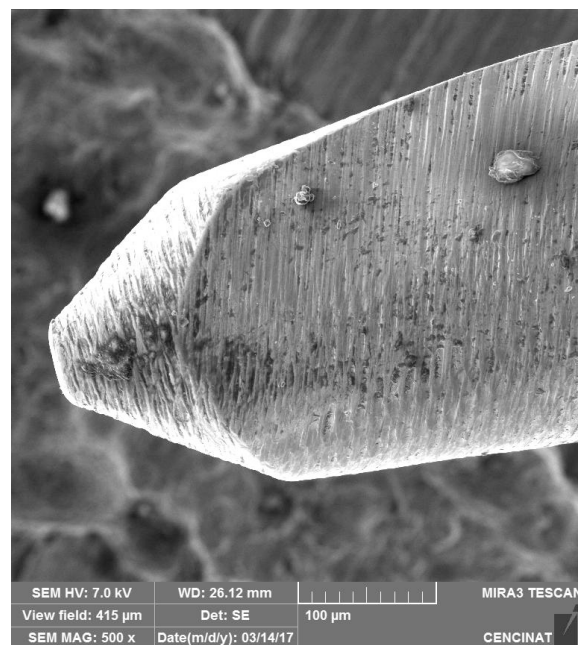


Figura 38: Imagen extraída luego de los 3 usos a nivel de punta de la lima Reciproc (Muestra 3)

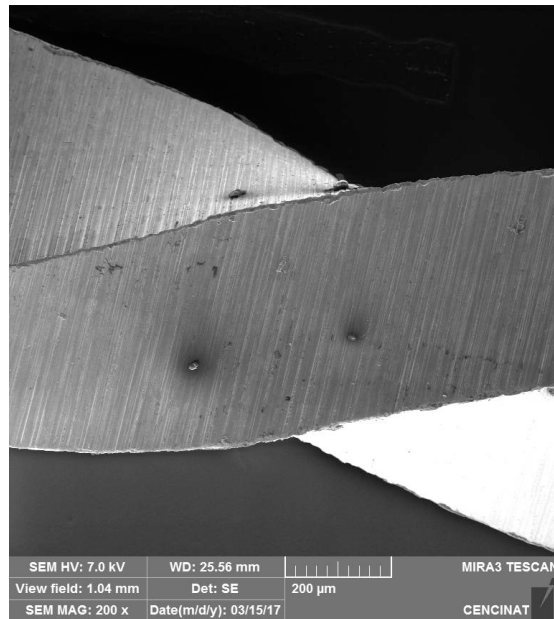


Figura 39: Imagen extraída luego de 6 usos a nivel cervical de la lima Wave One Gold (Muestra 10)

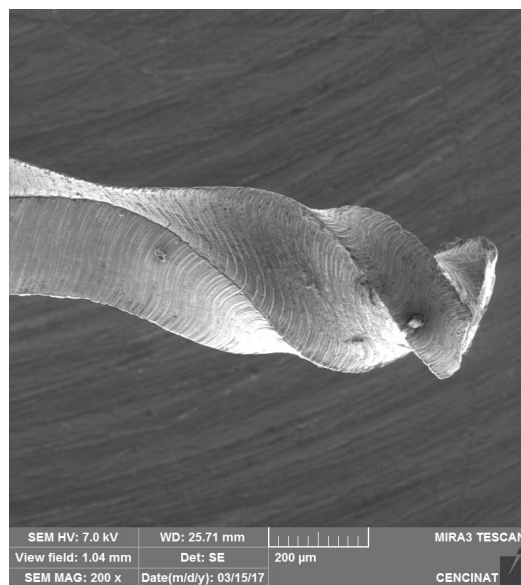


Figura 40: Imagen extraída luego de 6 usos a nivel de puntal de la lima Wave One Gold (Muestra 10)

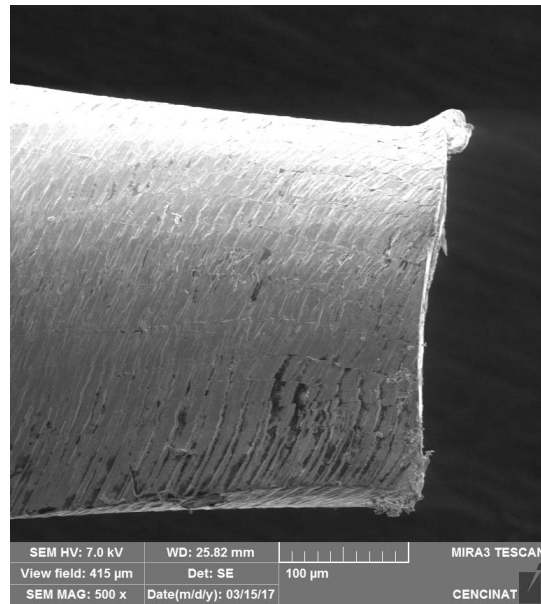


Figura 41: Imagen extraída luego de 9 usos a nivel de puntal de la lima Wave One Gold (Muestra 13)

Las siguientes imágenes fueron obtenidas para las muestras: Defectos Microscópicos: bordes cortantes, geometría de los bordes y punta de los instrumentos y la superficie del instrumento. Se establecieron criterios para la evaluación de los instrumentos después de obtener los scaneos del MEB, (ver anexos) dichos criterios fueron expuestos en una tabla de valoración de defectos superficiales.

Una foto por cada muestra y una tabla de valoración de defectos superficiales fue entregada a 4 expertos para que den su evaluación científica de las muestras. Se determinó que solamente con que una muestra presente un tipo de defecto se califica a la lima como alterada en su superficie.

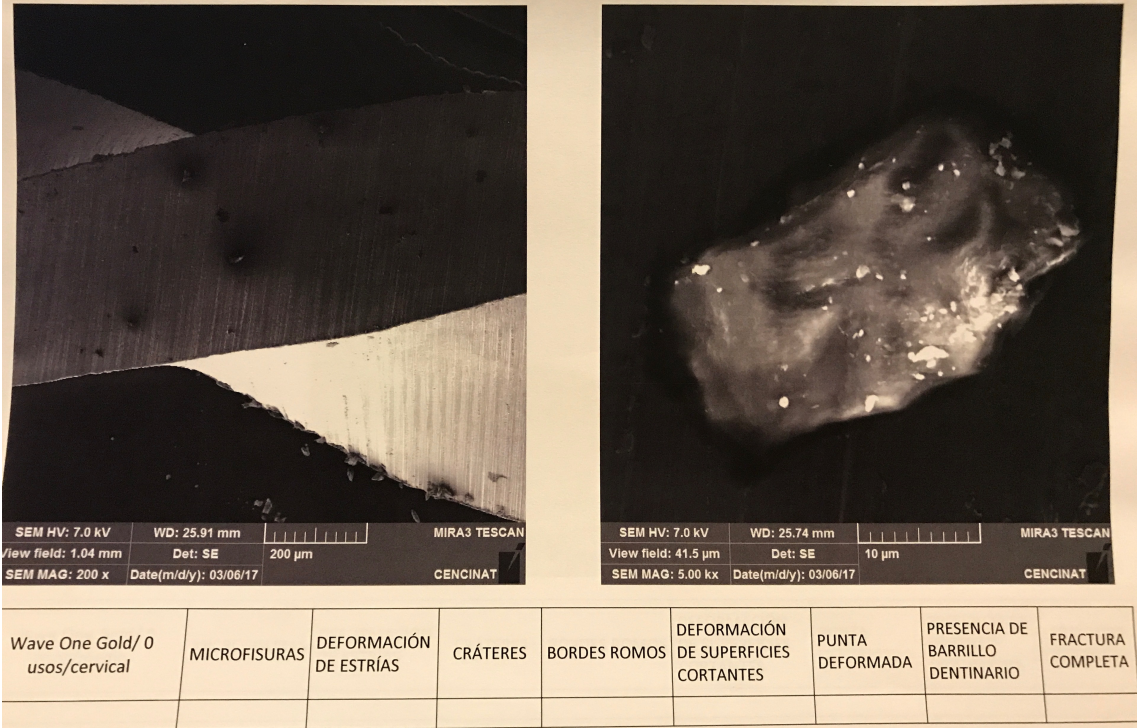


Figura 42: Tabla de valoración entregada a expertos

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Resultados.

Para el análisis estadístico de los resultados de la investigación sobre defectos superficiales y el tipo de defectos detectados, se realizó el procesamiento estadístico de datos con el uso de la tecnología, a través del Excel 2016 para la estadística descriptiva que permitió organizar la información en tablas y gráficos y con el software estadístico SPSS V. 23, para realizar las pruebas estadísticas para establecer si las posibles relaciones que existen entre las variables, son estadísticamente significativas.

La fractura completa al tener el 99% del diagnóstico sano, no permite ningún cálculo en el software, existieron 264 observaciones por cada variable, estas corresponden al diagnóstico efectuado por 4 profesionales expertos que luego del estudio han determinado si la herramienta de cada marca observada presenta o no algún defecto, considerando el tiempo de uso.

Continuando con la metodología para el análisis de la información, se tiene que determinó si las variables corresponden a una distribución paramétrica o no paramétrica.

La prueba de Kolmogorov – Smirnov, que se utiliza para establecer la normalidad de una distribución, en este caso se han analizado todas las variables, y se ha obtenido un ($p = 0.000 < 0.05$), esto se interpreta como que las distribuciones no tienden a ser normales y por lo tanto son distribuciones no paramétricas.

De acuerdo al resultado sobre las distribuciones que resultaron ser no paramétricas, se requiere aplicar la prueba alternativa a la ANOVA, esta es la prueba de Kruskal Wallis que tiene similar interpretación, pero con distribuciones no paramétricas como es en el presente caso.

A continuación, se realiza el análisis estadístico con el estadígrafo Kruskal Wallis, dada la estructura de las variables se realizarán por separado entre los factores de medición y los tipos de defectos encontrados así:

Tabla 1
Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y tiempo de uso

	<i>Microfisuras</i>	<i>Deformación de Estrías</i>	<i>Cráteres</i>	<i>Bordes Romos</i>	<i>Deformación de superficies cortantes</i>	<i>Punta de deformada</i>	<i>Presencia de barrillo dentinario</i>
<i>Chi-cuadrado</i>	5.058	36.026	6.140	11.553	4.402	10.095	37.165
<i>gl</i>	3	3	3	3	3	3	3
<i>p.</i>	0.168	0.000	0.105	0.009	0.221	0.018	0.000

Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)

Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

En la tabla 1 constan los resultados de la prueba de significancia estadística de Kruskal Wallis, en la misma se ha encontrado que $p = 0.168 > 0.05$ (5% de error permitido) en la variable Microfisuras, esto permite asumir de modo

general que esta variable, es totalmente independiente del tiempo e uso de la herramienta.

En la variable deformación de estrías se ha obtenido un $p = 0.000 < 0.05$, lo cual se interpreta como que esta variable tiene una relación de dependencia con el tiempo de uso de la herramienta.

En la variable Cráteres, $p = 0.168 > 0.05$, esto significa que la variable es independiente respecto al tiempo de uso.

Bordes Romos $p = 0.009 < 0.05$, esto implica que existe relación de dependencia entre esta variable y el tiempo de uso.

Por otra parte, en la variable Deformación de superficies cortantes, $p = 0.221 > 0.05$, con lo cual se establece la independencia de la variable respecto al tiempo de uso.

La variable Punta deformada tiene un $p = 0.018 < 0.05$, lo cual permite asegurar que existe relación de dependencia entre esta variable y el tiempo de uso.

En el caso de Presencia de barrillo dentinario $p = 0.000 < 0.05$, lo cual nos lleva a la afirmación de que, si existe una relación de dependencia entre esta variable y el tiempo de uso.

En el caso de la variable fractura completa, no existen casos suficientes que permitan realizar la medición.

Tabla 2
Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y lugar del defecto

	<i>Microfisuras</i>	<i>Deformación de Estrías</i>	<i>Cráteres</i>	<i>Bordes Romos</i>	<i>Deformación de superficies cortantes</i>	<i>Punta deformada</i>	<i>Presencia de barrillo dentinario</i>
Chi-cuadrado	4.105	29.319	3.478	5.954	2.903	48.683	19.117
gl	2	2	2	2	2	2	2
p.	0.128	0.000	0.176	0.051	0.234	0.000	0.000

Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)

Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

En la tabla 2 constan los resultados de la prueba de significancia estadística de Kruskal Wallis, en la misma se ha encontrado para la variable Microfisuras $p = 0.128 > 0.05$ (5% de error permitido), esto permite asumir de modo general que esta variable, es totalmente independiente del lugar defectuoso de la herramienta.

En la variable deformación de estrías se ha obtenido un $p = 0.000 < 0.05$, lo cual se interpreta como que esta variable tiene una relación de dependencia con el lugar defectuoso.

En la variable Cráteres, $p = 0.176 > 0.05$, esto significa que la variable es independiente respecto al lugar defectuoso.

En Bordes Romos $p = 0.051 > 0.05$, esto implica que no existe relación de dependencia entre esta variable y el lugar defectuoso de la herramienta.

Por otra parte, en la variable Deformación de superficies cortantes, $p = 0.234 > 0.05$, con lo cual se establece la independencia de la variable respecto al lugar defectuoso.

La variable Punta deformada tiene un $p = 0.000 < 0.05$, lo cual permite asegurar que existe relación de dependencia entre esta variable y el lugar defectuoso.

En el caso de Presencia de barrillo dentinario $p = 0.000 < 0.05$, lo cual nos lleva a la afirmación de que, si existe una relación de dependencia entre esta variable y el lugar defectuoso de la herramienta.

Tabla 3
Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y la marca del instrumento

	<i>Microfisuras</i>	<i>Deformación de Estrías</i>	<i>Cráteres</i>	<i>Bordes Romos</i>	<i>Deformación de superficie cortantes</i>	<i>Punta de deformada</i>	<i>Presencia de barrillo dentinario</i>
Chi-cuadrado	0.179	12.708	0.789	19.891	72.181	7.439	0.958
gl	1	1	1	1	1	1	1
p.	0.672	0.000	0.374	0.000	0.000	0.006	0.328

Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)

Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

En la variable deformación de estrías se ha obtenido un $p = 0.000 < 0.05$, lo cual se interpreta como que esta variable tiene una relación de dependencia con la marca de la herramienta.

En la variable Cráteres, $p = 0.374 > 0.05$, esto significa que la variable es independiente respecto a la marca de la herramienta.

En otra variable, Bordes Romos $p = 0.000 < 0.05$, esto implica que existe relación de dependencia entre esta variable y la marca de la herramienta.

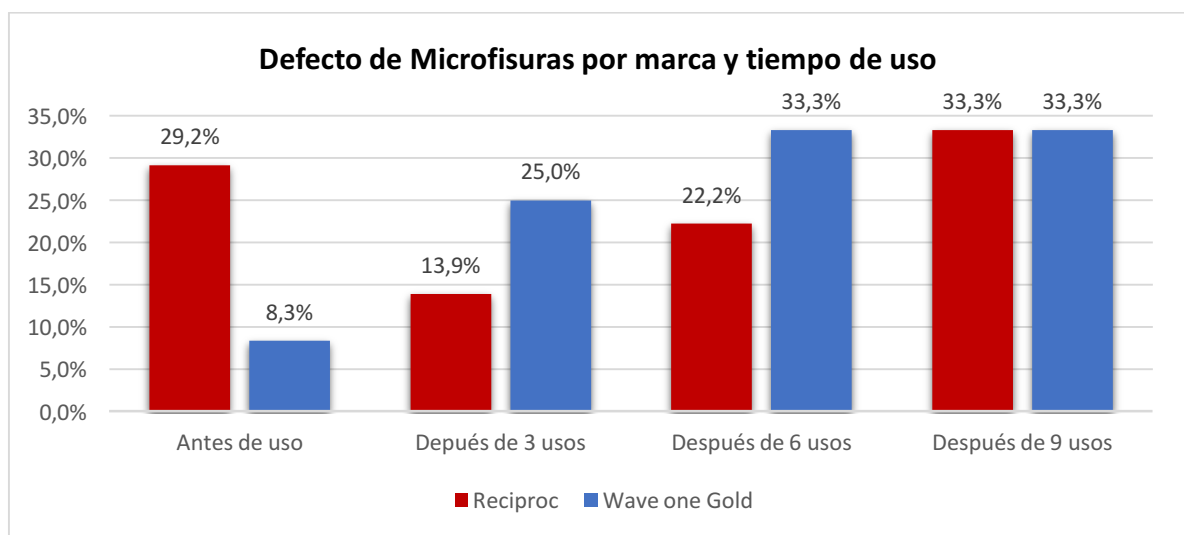
En la variable Deformación de superficies cortantes, $p = 0.000 < 0.05$, con lo cual se establece una relación de dependencia de la variable respecto a la marca de la herramienta.

La variable Punta deformada tiene un $p = 0.006 < 0.05$, lo cual permite asegurar que existe relación de dependencia entre esta variable y la marca de la herramienta.

En Presencia de barrillo dentinario $p = 0.328 > 0.05$, lo cual nos lleva a la afirmación de que, no existe una relación de dependencia entre esta variable y la marca, con esto queda establecido que la marca de la herramienta si tiene importancia al momento de la elección.

El término sano se utilizó para indicar que no hay defecto; y, defectuoso, cuando se presenta uno de los casos. Existen cuatro parámetros de tiempo de uso: antes de uso, después de 3 usos, después de 6 usos y después de 9 usos.

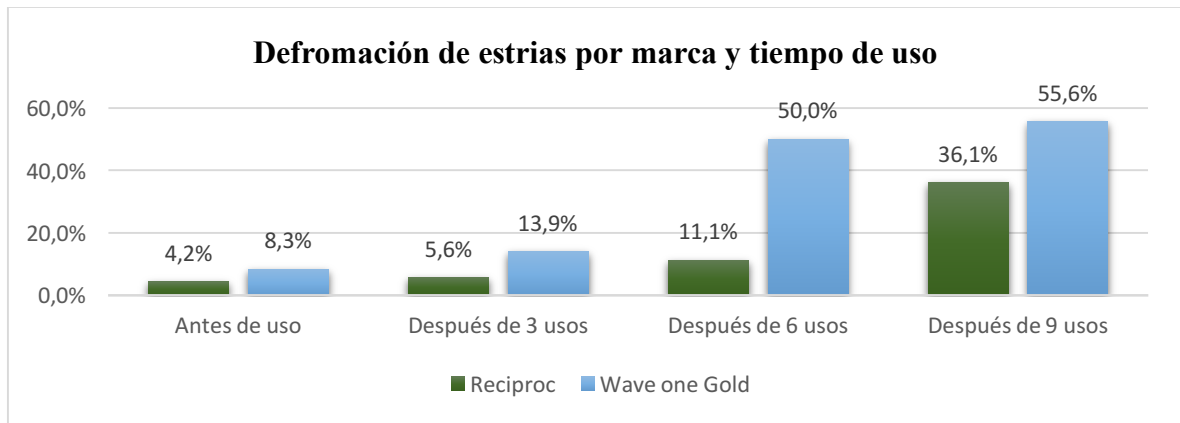
Gráfico 1:



Se observa que la mayor presencia de Microfisuras se da en ambas herramientas por igual después de 9 usos con un 33.3%, encontrándose

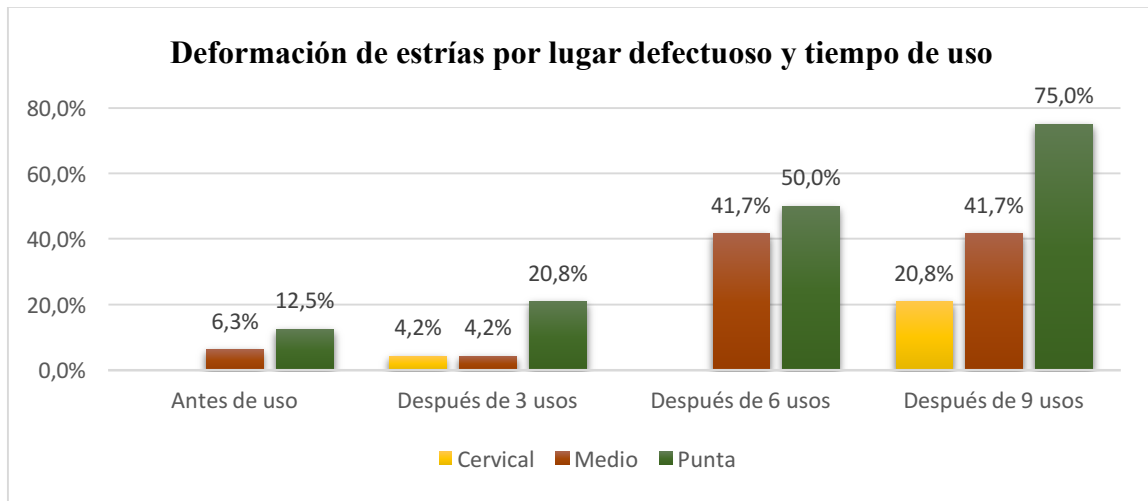
valores ligeramente más altos en la marca Wave one Gold a los 3 y 6 usos: finalmente en la marca Reciproc se presentan Microfisuras en un 29.2% antes de su uso siendo mayor que el porcentaje de la otra marca que es apenas del 8.3%.

Gráfico 2:



Se presentan únicamente los defectos denominados deformación de estrías encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, así se observa que la mayor presencia de este defecto se da en ambas herramientas después de 9 usos con un 55.6%, para Wave one Gold y un 36.1% para Reciproc; así mismo se encuentran valores ligeramente más altos en la marca Wave one Gold a los 6 usos con un 50% mientras que Reciproc tiene defectuosos un 11.1% de los diagnósticos: finalmente la marca Wave one Gold presenta en un 13.9% después de 3 usos y un 8.3% antes de su uso.

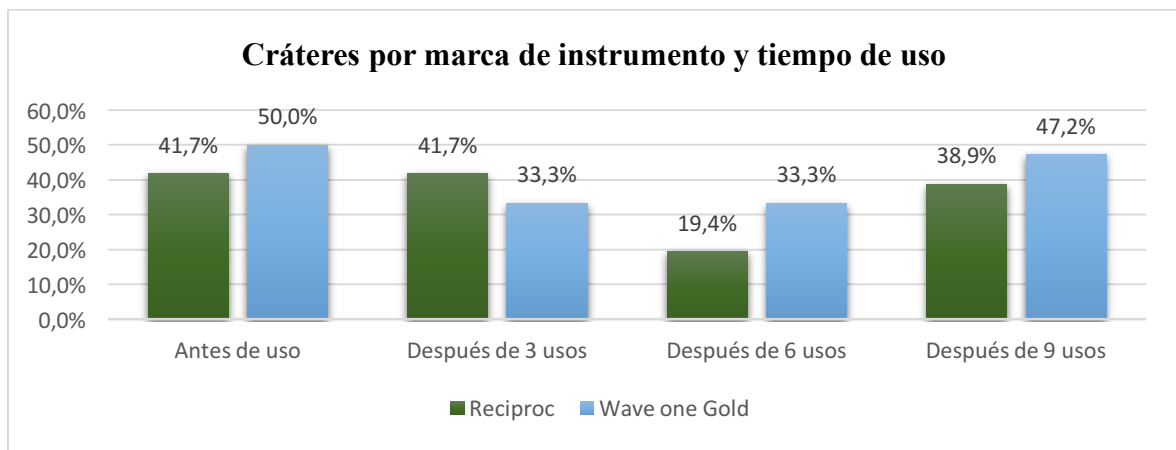
Gráfico 3:



En los resultados encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, se observa que la mayor presencia de deformación de estrías se da en la punta con un 75% de presencia, le sigue en el medio con un 41.7% y en el cervical con un 20.8% a los 9 usos; en cambio después de 6 usos se presentan un 50.0% de deformación de estrías en la punta y un 41.7% en el medio, no existiendo presencia en el cervical, también se presenta en la punta con un 20.8% después de 3 usos y antes de su uso con 12.5% como lo más relevante.

La presencia de deformación de estrías en cualquier lugar de la herramienta depende del tiempo de uso; por otra parte, al analizar de modo general en conjunto las tres variables se tiene un valor para $p = 0.000 < 0.05$, esto significa que las variables tiene una relación de dependencia mutua.

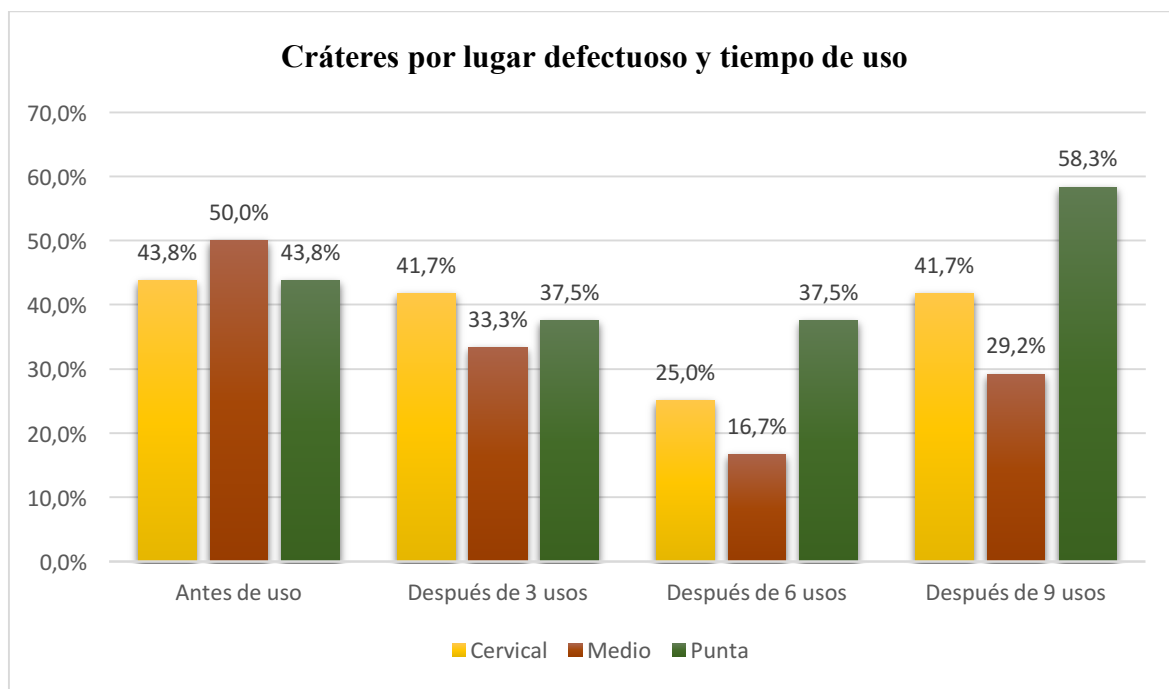
Gráfico 4:



Se presentan únicamente los defectos denominados cráteres encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, así se observa que la mayor presencia de este defecto se da en ambas herramientas antes de su uso con un 50.0%, para Wave one Gold y un 41.7% para Reciproc; así mismo se encuentran valores de 41.7% para Reciproc a los 3 usos y con un 33.3% para Wave one Gold.

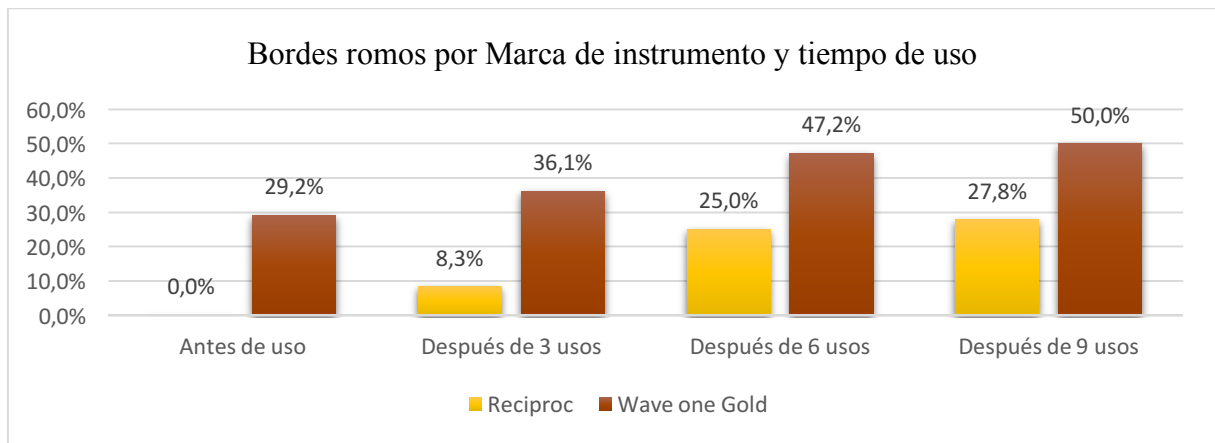
Por otro lado, se tiene defectos en un 47.2% en las de marca Wave one Gold y un 38.9% para Reciproc después de 9 usos, los valores más bajos se presentan después de los 6 usos.

Gráfico 5:



Se presentan los resultados encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, así se observa que existe una presencia similar tanto en el tiempo de uso como en el lugar defectuoso, sin embargo se presenta un valor de 58.3% en la punta a los 9 usos, mientras que con un 50.0% de presencia en el medio, le sigue en cervical y la punta con un 43.8% antes de uso; en el tiempo de 3 usos se presentan también valores altos, así se tiene una presencia con un 41.7% en el cervical, 37.5% en la punta y 33.3% en el medio, finalmente después de 6 usos con valores parecidos.

Gráfico 6:



En el gráfico 6 se presentan únicamente los defectos denominados bordes romos encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, así se observa que la mayor presencia de este defecto se da en ambas herramientas después de 9 usos con un 50.0%, para Wave one Gold y un 27.8% para Reciproc; así mismo se encuentran valores de 47.2% para Wave one Gold y un 25.0% para Reciproc después de 6 usos, Por otro lado, se tiene defectuosos un 36.1% de los diagnósticos en las de marca Wave one Gold y un 8.3% para Reciproc después de 3 usos, además solamente Wave one Gold presenta un 29.3% este defecto antes de su uso.

Tabla 4
Prueba Chicuadrado (x2) para Bordes romos por marca de instrumento y tiempo de uso

Marca de Instrumento		Valor	gl	p.
Reciproc	Chi-cuadrado de Pearson	11.600	3	0.009
	Razón de verosimilitud	15.267	3	0.002
	Asociación lineal por lineal	10.679	1	0.001
	N de casos válidos	132		
Wave Gold	Chi-cuadrado de Pearson	3.486	3	0.323
	Razón de verosimilitud	3.538	3	0.316
	Asociación lineal por lineal	3.282	1	0.070
	N de casos válidos	132		
Total	Chi-cuadrado de Pearson	11.597	3	0.009
	Razón de verosimilitud	12.151	3	0.007
	Asociación lineal por lineal	10.826	1	0.001
	N de casos válidos	264		

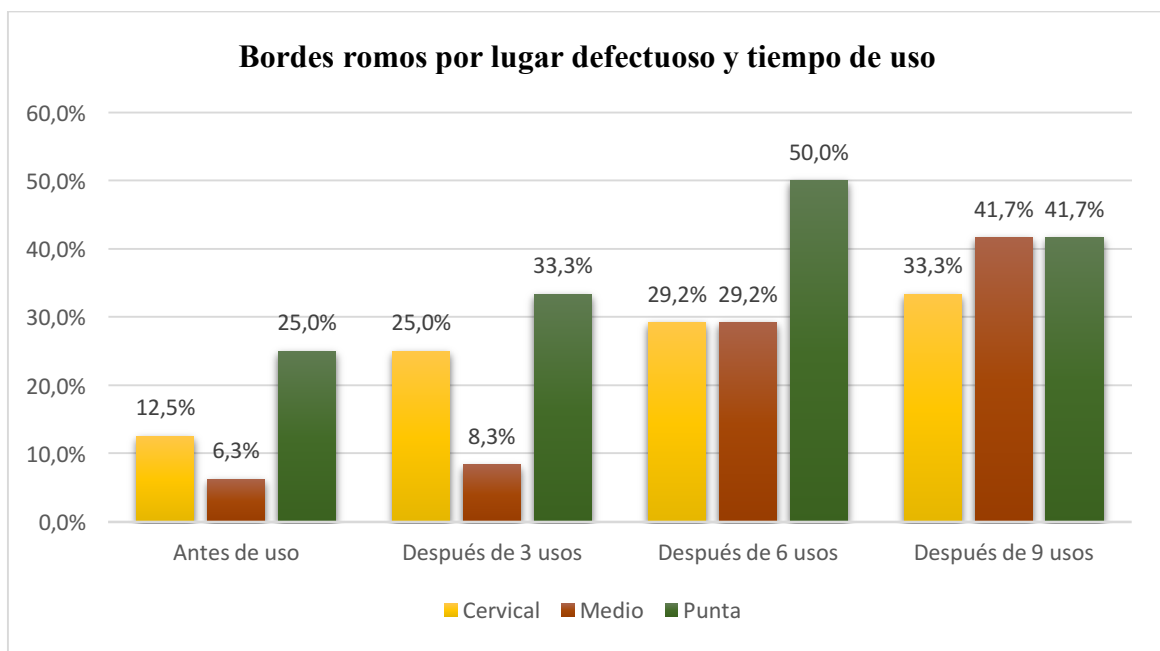
Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)

Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

En la tabla 4 constan los resultados de la prueba de significancia estadística de Chicuadrado, en la misma se ha encontrado para la variable de marca

Recíproc en la que $p = 0.009 < 0.05$ (5% de error permitido), se puede asumir que la presencia de bordes romos depende de la marca y el tiempo de uso de la herramienta; así mismo, en la variable Wave one Gold se ha obtenido un $p = 0.323 > 0.05$, lo cual se interpreta como que esta variable no tiene una relación de dependencia con el tiempo de uso de la herramienta y la presencia de bordes romos. En cuanto al análisis total general $p = 0.009 < 0.05$, esto significa que las variables marca de herramientas si tiene relación de dependencia respecto al tiempo de uso y a la presencia del defecto. (es importante resaltar que se toma en cuenta el p valor que coincide con el valor de Chi cuadrado)

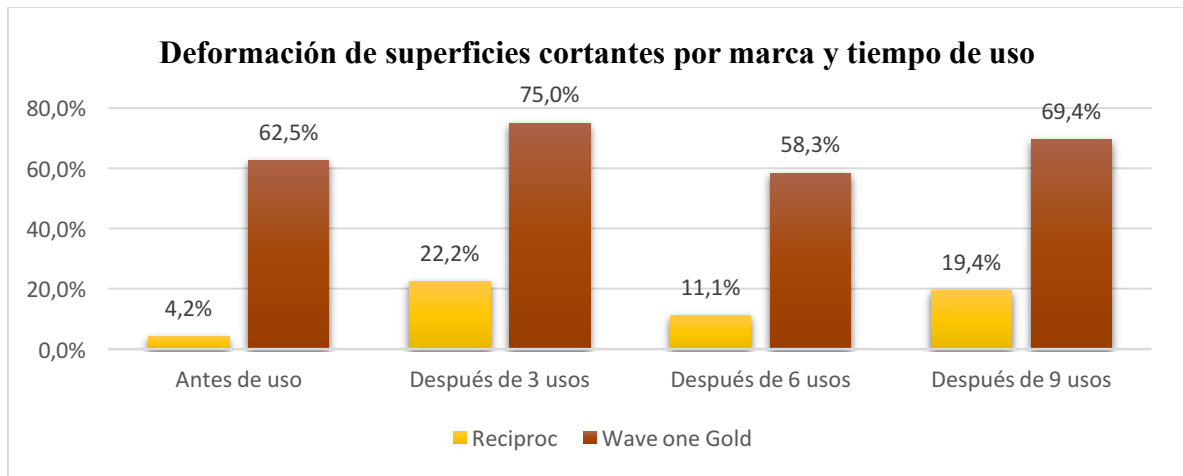
Gráfico 7:



En el gráfico 7 se presentan los resultados sobre la presencia de bordes romos encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, así, se observa que la mayor presencia se da en la punta con un 50.0% y 29.2% en el medio y cervical después de 6 días, luego se tiene un 41.7% en la punta y en el medio así como 33.3% en el cervical después de 9 días,

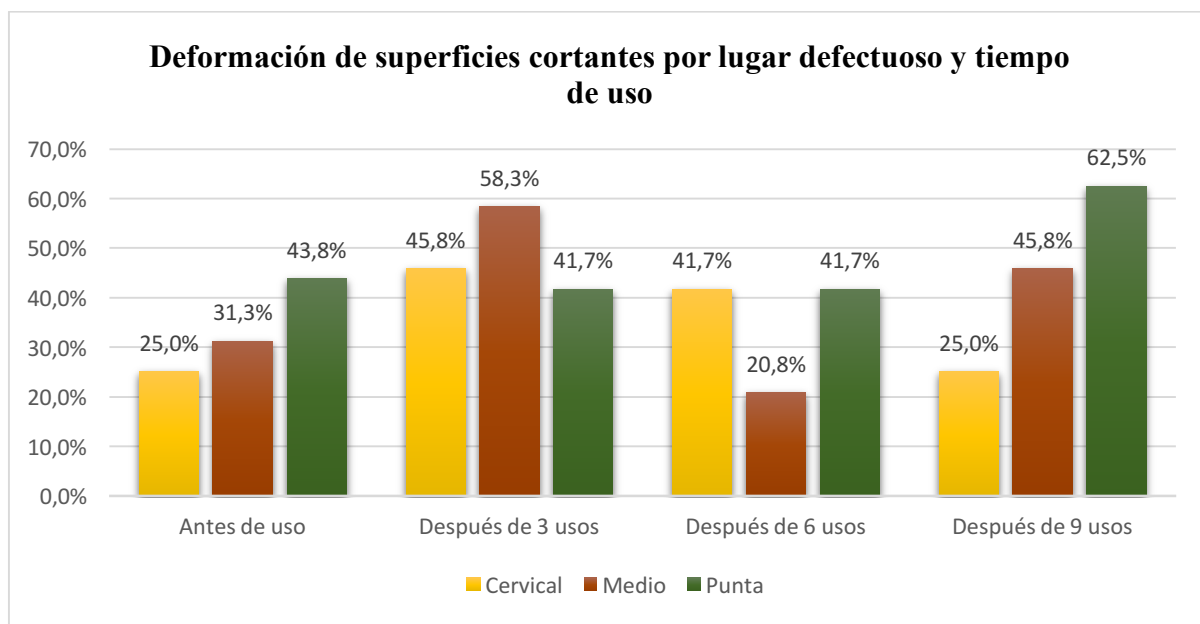
también después de 3 días existe una presencia del defecto bordes romos en la punta con 33.3%, en el cervical con un 25.0% y un 8.3% en el medio, finalmente se tiene que existe una presencia del defecto antes de su uso en un 25.0% en la punta, un 12.5% en le cervical y un 6.3% en le medio.

Gráfico 8



En el gráfico 8 se presentan los defectos denominados deformación de superficies cortantes encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, se observa con claridad que la variable Wave one Gold es la que presenta valores altos en todos los tiempos de uso, 62.5% de presencia antes de su uso, 75.0% después de 3 usos, 58.3 después de 6 usos y 69.4% después de 9 usos; al contrario, en Reciproc los la presencia es mucho más baja, así antes del uso con 4.2\$, después de 3 usos un 22.2%, un 11.1% después de 6 usos y un 19.4% después de 9 usos.

Gráfico 9

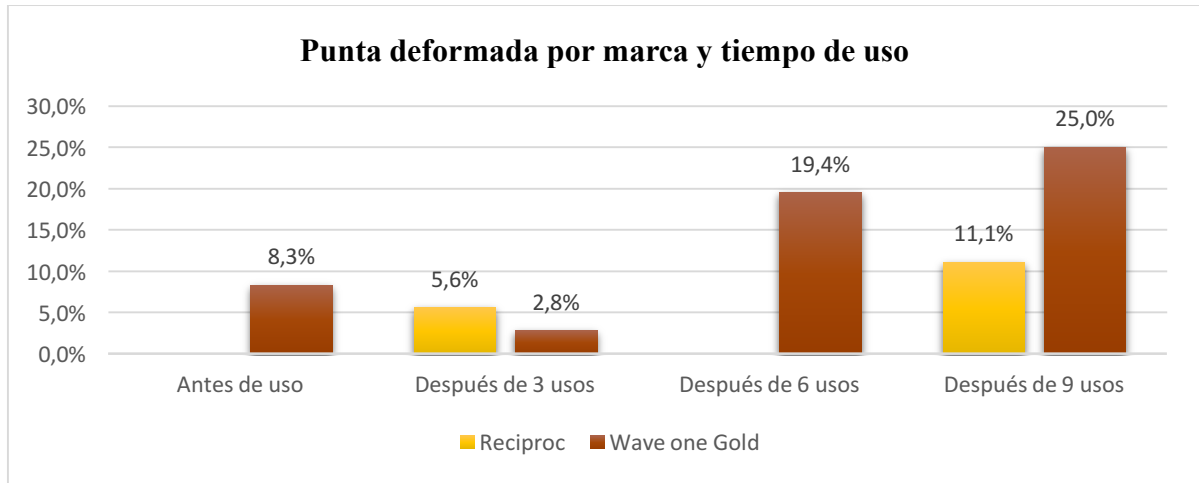


En el gráfico 9 se presentan los resultados sobre la presencia de deformación de superficies cortantes encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, así, se observa el valor más alto en la punta con un 62.5%, con un 45.8% en el medio y un 25.0% en el cervical después de 9 usos, también en el medio con 58.3%, cervical con 45.8% y en la punta con un 41.7% después de 3 usos; le siguen los valores de 41.7% en la punta y cervical, 20.8% en el medio después de 6 usos y finalmente una presencia de este defecto antes del uso en la punta con un 43.8%, un 31.3% en el medio y un 25.0% en el cervical. Estos datos reflejan que existe una importante presencia de este defecto.

Se presentan los defectos denominados deformación de superficies cortantes encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, se observa con claridad que la variable Wave one Gold es la que presenta valores altos en todos los tiempos de uso, 25.0% de presencia después de 9 usos, 19.4% después de 6 usos, 2.8% después de 3 usos y 8.3% antes de su uso; al contrario, en Reciproc la presencia se limita a dos tiempos de uso, así con 11.1% después de 9 usos y un 5.6%, después de 3 usos. Esto se permite

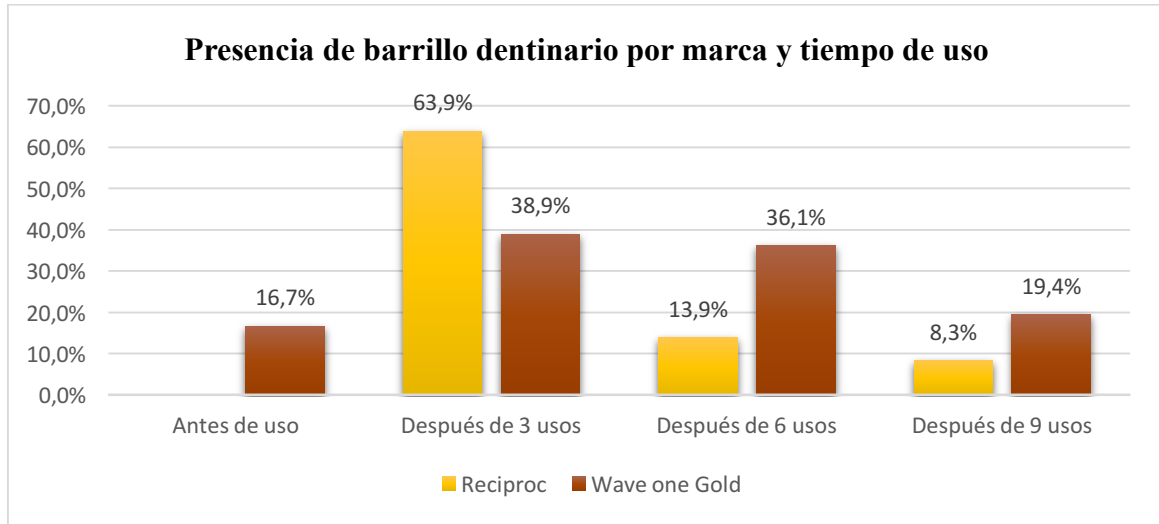
señalar que la variable Wave one Gold tiene más tendencia a este tipo de defectos.

Gráfico 10



En el gráfico 10 se presentan los resultados sobre la presencia de punta deformada encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, así, se aprecia un resultado que se puede calificar como lógico ya que la presencia de este defecto se da en la punta y en todos los tiempos de uso esto es con un 54.2% después de 9 usos, un 25.0% después de 6 usos, un 12.5% después de 3 usos y también el mismo valor antes de ser usado, además se encuentra una afectación en el cervical con un 4.2% después de 6 usos.

Gráfico 11



Se presentan los defectos denominados presencia de barrillo dentarios, encontrados en las herramientas según su marca y tiempo de uso, se observa con claridad que la variable Wave one Gold es la que tiene mayor presencia porque está en todos los tiempos de uso, con 19.4% después de 9 usos, 36.1% después de 6 usos, 38.9% después de 3 usos y 16.7% antes de su uso; por su parte Reciproc presenta un alto valor después de 3 usos con un 63.9% además con 13.9% después de 6 usos y un 8.3%, después de 9 usos. Esto se permite señalar que la variable Wave one Gold tiene más tendencia a este tipo de defectos.

Tabla 5

Presencia de barrillo dentinario por marca de lima

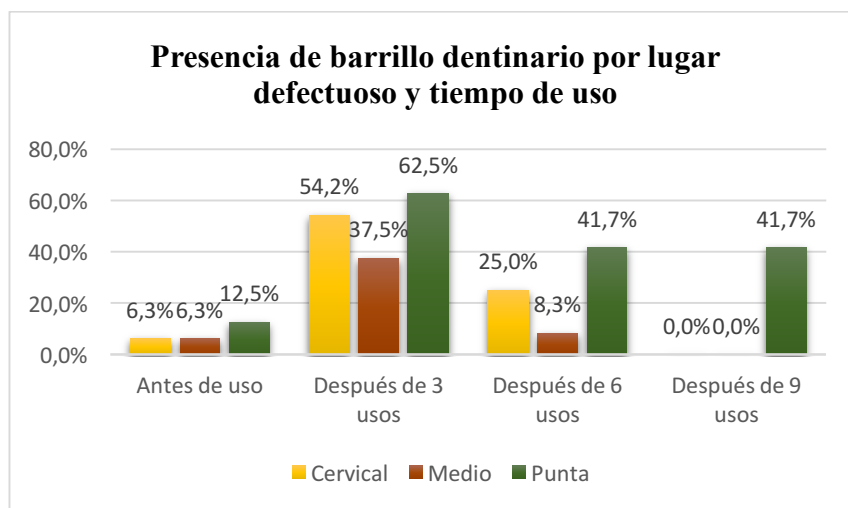
<i>Marca de Instrumento</i>		<i>Valor</i>	<i>gl</i>	<i>p.</i>
<i>Reciproc</i>	<i>Chi-cuadrado de</i>	46.515	3	0.000
	<i>Razón de</i>	47.142	3	0.000
	<i>Asociación lineal por</i>	2.794	1	0.095
	<i>N de casos válidos</i>	132		
<i>Wave one Gold</i>	<i>Chi-cuadrado de</i>	5.987	3	0.112
	<i>Razón de</i>	6.164	3	0.104
	<i>Asociación lineal por</i>	0.045	1	0.832
	<i>N de casos válidos</i>	132		
<i>Total</i>	<i>Chi-cuadrado de</i>	37.306	3	0.000
	<i>Razón de</i>	37.031	3	0.000
	<i>Asociación lineal por</i>	1.683	1	0.195
	<i>N de casos válidos</i>	264		

Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)

Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

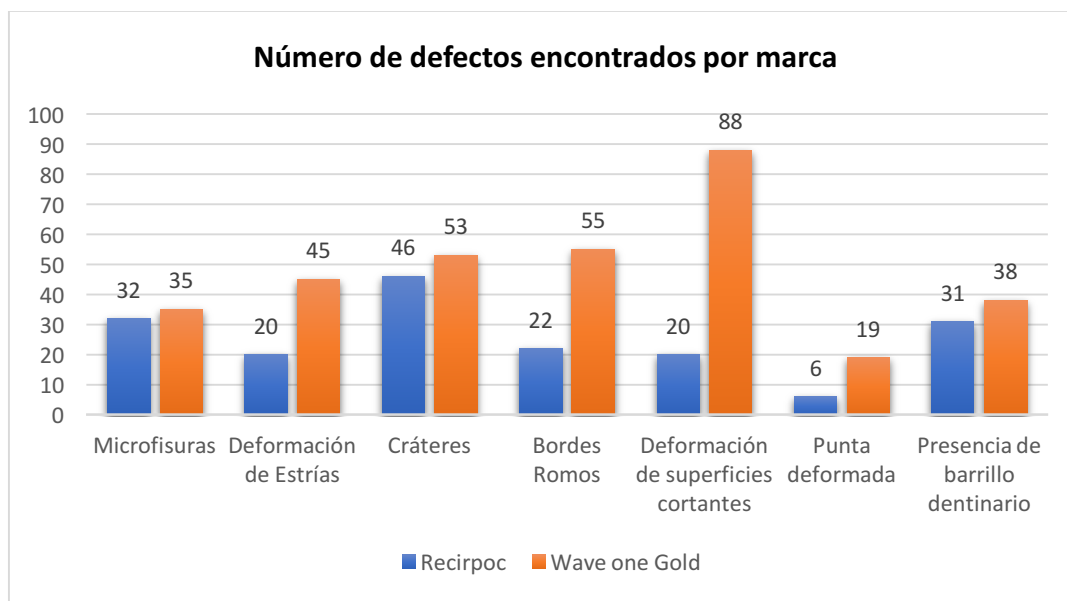
En la tabla 5 constan los resultados de la prueba de significancia estadística de Chicuadrado, en la misma se ha encontrado para la variable de marca Reciproc en la que $p = 0.000 < 0.05$ (5% de error permitido), se puede asumir que la presencia de barrillo dentinario, depende de la marca de la herramienta y el tiempo de uso; así mismo, en la variable Wave one Gold se ha obtenido un $p = 0.112 > 0.05$, por lo que se afirma que esta variable no tiene una relación de dependencia con el tiempo de uso de la herramienta y la presencia de barrillo dentinario. En cuanto al análisis total general $p = 0.000 < 0.05$, esto significa que las variables marca de herramientas si tienen relación de dependencia respecto al tiempo de uso y a la presencia de barrillo dentinario.

Gráfico 12



En el gráfico 12 se presentan los resultados sobre la presencia de barrillo dentinario encontrados en las herramientas según su lugar defectuoso y tiempo de uso, así, se aprecia una tendencia de mayor presencia en la punta ya que se presenta en todos los tiempos de uso así con un 41.7% después de 9 usos y también después de 6 usos; así mismo, con alto 62.5% se presenta después de 3 usos y con un 12.5% antes de su uso, le sigue en presencia el cervical con valores también altos 25.0% después de 6 usos, 54.2% después de 3 usos 6.3% antes de su uso y no se presenta el defecto en 9 usos. Finalmente, la presencia en le medio de la herramienta se da en un 8.3% después de 6 usos, un 37.5% después de 3 usos, un 6.3% antes de su uso y tampoco se presenta después de 9 usos. Estos resultados revelan que este defecto es muy común en toda la herramienta.

Gráfico 13



En el gráfico 13 se puede observar las diferencias entre los defectos encontrados en las herramientas por marca, en la cual se establece de manera descriptiva cual de ellas es más eficiente; en este caso resulta ser Recirpoc, ya que presentan menor número de defectos en comparación con la otra marca, se debe realizar la prueba estadística para determinar si estas diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

Tabla 6

Chi cuadrado para los defectos encontrados por marca

	<i>Microfisuras</i>	<i>Deformación de Estrías</i>	<i>Cráteres</i>	<i>Bordes Romos</i>	<i>Deformación de superficies cortantes</i>	<i>Punta deformada</i>	<i>Presencia de barrillo dentinario</i>
Chi-cuadrado	0.179	12.708	0.789	19.891	72.181	7.439	0.958
gl	1	1	1	1	1	1	1
p.	0.672	0.000	0.374	0.000	0.000	0.006	0.328

Fuente: Investigación de campo (resultados de laboratorio)
Elaboración: Ing. Fernando Guerrero (2017)

CAPÍTULO 5

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue observar defectos superficiales en las limas Reciproc 25 y Wave One Gold Primary antes y después de la instrumentación rotatoria, los mismos que fueron clasificados de acuerdo a qué tipo de defecto se observaron después de cada uso en ambos tipos de instrumentos evaluados.

Se escogió el microscopio electrónico de barrido como el método para la evaluación de defectos superficiales antes y después de cada uso. Este método ha sido utilizado en otros estudios (Troi et al., 2001, Troián, 2006, Luzi, 2010) y ha sido aceptado para la evaluación precisa de la deformación de instrumentos (Troian, 2006).

La evaluación microscópica de los instrumentos antes de cada uso reveló defectos tipo marcas y hendiduras en el proceso de fabricación de ambos sistemas (Anexo 1, 2, 4, 6, 7, 8,10) esto concuerda con la publicación realizada por Lumi en el año 2001.

En este estudio, la evaluación microscópica reveló los siguientes defectos para ambos sistemas de limas: Microfisuras, Deformación de la estría, Cráteres, Deformación de superficies cortantes, Bordes romos, Presencia de restos de dentina, Fracturas completas, los mismos que aumentaron en cantidad en relación proporcional con el uso progresivo de las limas.

Se observaron microfisuras en el área de deformación plástica cerca del borde de corte después de la instrumentación de seis canales radiculares. La presencia de deformación plástica y microfisuras indican típicamente una resistencia débil y la rápida propagación de las grietas, resultando en su fractura (Pruett et al., 1997, Gambarini et al., 2008).

Se pudo observar microscópicamente que el acabado superficial de la aleación previa la instrumentación fue diferente entre los dos sistemas. Reciproc tiene una estructura más uniforme a través de toda su superficie en comparación con Wave One Gold, y este hallazgo se mantuvo incluso postinstrumentación, teniendo como resultado que la lima Reciproc presentaba menos defectos superficiales en comparación con la Wave One Gold.

Estadísticamente 4 defectos tuvieron significancia en este estudio: bordes romos, presencia de barrillo dentinario, deformación de punta y cráteres.

El barrillo dentinario que se presentó bajo microscopía fue considerable, lo que llamó la atención ya que en visualización al ojo humano no se lo encontraba. Esto, nos sugiere la incorporación de la limpieza ultrasónica de las limas antes de su esterilización pues, aunque a nuestra vista esté limpia microscópicamente siempre habrá limalla dentinaria que sólo se podrá retirar con la incorporación de este equipo especial en la desinfección y lavado de nuestro instrumental endodóncico.

La cantidad de barrillo dentinario encontrada fue mayor en las limas Reciproc, esto se puede atribuir al pitch de estas limas que es mayor en comparación con el de las limas Wave One Gold. (Anexo 20)

Los cráteres se observaron en ambos sistemas, sin embargo, se puede observar una diferencia significativa en las limas Wave One Gold después del noveno uso. (Anexo 55)

Las limas Wave One Gold tuvieron mayor incidencia de punta deformada al compararlas con Reciproc. Esto puede atribuirse a que la aleación de tipo Gold es menos resistente que aleación M Wire tradicional.

Las limas Reciproc tuvieron una resistencia superior que las limas Wave One Gold, reflejando su variante martensítica. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Caballero en el 2014, en donde afirma que existen diferencias significativas entre los instrumentos TF y Reciproc según la presencia de defectos superficiales después de cada uso. Los instrumentos Reciproc tenían menores puntuaciones de defectos superficiales después de doce canales radiculares instrumentados que los instrumentos de TF. (Caballero, 2014)

Los defectos más frecuentes observados en las limas R25 fueron los bordes romos y los cráteres.

En el año 2013 Fayyad sugiere que existe una relación directa entre la presencia de cráteres y el uso del hipoclorito de sodio al 5,25% debido a que esta sustancia corroe la aleación metálica. Esta investigación se sustenta en trabajos anteriores de Sonntag & Peters en el 2007, en el de Topuz del 2008, y en el de Sag Lam en el 2012. En la presente investigación se encontraron un número considerable de cráteres en ambos sistemas rotatorios, pero no se pueden atribuir al uso del hipoclorito debido a que este se utilizó este mismo irrigante en los dos sistemas y este no fue el objetivo de nuestro trabajo.

La presencia de defectos superficiales (microgrietas, deformaciones plásticas, cráteres, bordes romos y rupturas de los bordes cortantes) sugiere que el uso posterior del instrumento podría conducir a la fractura en cualquier momento dado (Gambarini & Dell'Agnola 1998, Tripi et al. 2001), y estos defectos pueden no ser detectados a simple vista.

En este estudio pudimos verificar que las microfisuras y los cráteres son totalmente independientes del tiempo de uso de las limas, ya que se encontraron inclusive antes de ser utilizadas. (Anexo 9,6).

Por el contrario, al hablar de deformación de estrías podemos afirmar que entre más usos más se deforman las estrías, es decir, que tienen una relación de dependencia con el tiempo de uso de la herramienta. (Anexo 67).

En este estudio la mayoría de defectos se encontraron en los tercios medio y punta demostrando que estas secciones son las que trabajan más en los conductos radiculares.

La resistencia a la fractura por fatiga cíclica ha sido ampliamente testada *in vitro*, de forma estática y dinámica, utilizando diferentes dispositivos (bloques de plástico o de metal, tubos cilíndricos de metal o de cristal, agujas, pins para guiar la trayectoria de las limas) con varios diámetros internos y puntos de máxima curvatura, usando distintos ángulos y radios de curvatura, desde los 25° hasta los 90° con radios de 3 a 5 mm e incluso, algunos autores, como Zinelis que indican que estudios realizados en este tipo de dispositivos no son confiables, lo que da lugar a sesgos en la metodología obteniéndose resultados dispares. Sin embargo, este estudio al haber sido realizado en molares humanos da certeza de fidelidad de resultados.

Las diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica entre limas nuevas y usadas ha sido ampliamente estudiadas. Así, en un estudio sobre limas Profile, Gambarini observó que los instrumentos con conicidades pequeñas eran significativamente más resistentes a fatiga cíclica que aquellos de mayor conicidad. Schäfer y cols., por su parte, en un estudio en el que compararon cinco tipos diferentes de instrumentos rotatorios, sugirieron que aquellos con una conicidad mayor a 0.04 no debían ser usados para ensanchar el tercio apical de conductos curvos, pues son limas considerablemente más rígidas que aquellas de 0.02 o de 0.04. Del mismo modo, en 1997, Pruett y cols. mostraron que un aumento del diámetro del instrumento en el punto de máxima curvatura, reducía el tiempo a la fractura. Otros autores, como Ulmann y cols, encontraron que limas con gran conicidad, en su caso las limas Protaper F3, eran menos resistentes a fatiga cíclica que otras de menor conicidad como F1 y F2. (Helio, 2013)

Plotino en su estudio sobre limas de diferentes marcas, nuevas y sometidas a 10 ciclos de autoclave sin ser previamente usadas, no encontraron diferencias significativas entre los grupos antes y después de ser sometidos a los ciclos de esterilización, salvo para las limas K3 XF (de aleación R-phase), las cuales mostraron un aumento significativo del número de ciclos al fracaso tras la esterilización. En contraste, los estudios in vivo que comparan limas nuevas y esterilizadas después de instrumentar conductos curvos, muestran una disminución de la resistencia a la fatiga cíclica tras los usos. Los resultados de este estudio muestran que las limas Reciproc y Wave One Gold nuevas tienen una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las sometidas a uno y dos ciclos de autoclave.

La fractura completa al tener el 99% del diagnóstico sano, no tuvo significancia estadística, lo que concuerda con el estudio realizado por Caballero en el 2014 en el que menciona que ninguna lima TF o Reciproc

tuvieron una fractura completa, reflejando su flexibilidad y alta resistencia a la fatiga cíclica.

De las limas que se fracturaron fue la marca Reciproc la que obtuvo la mayor cantidad de limas separadas.

Esto podría coincidir con los estudios realizados por De Deus en el que menciona que WaveOne presentó una resistencia a la flexión significativamente mayor que Reciproc después de la instrumentación en molares extraídos.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

- Ambos sistemas rotatorios presentaron defectos superficiales después de utilizarlos en la instrumentación, de los cuales se destacaron: deformación de bordes, presencia de barrillo dentinario, cráteres y deformación de punta. La fractura, que es el defecto superficial de mayor preocupación clínica no presentó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos sistemas.
- La cantidad de defectos superficiales aumentó en relación directamente proporcional al número de usos de las limas rotatorias, por lo que a mayor número de usos habrá mayores defectos.
- El sistema Wave One Gold presentó más defectos superficiales en comparación con Reciproc.
- El defecto superficial que fue más representativo en este estudio fue la deformación de superficies cortantes en el Sistema Wave One Gold, por lo que se pierde la efectividad de corte de este instrumento, entre más se utilice menor cantidad de tejido podrá remover.
- No se pudo establecer un límite de usos antes de una fractura por fatiga cíclica o por torsión, sin embargo, sí se relacionó el hecho de que exista mayor índice de fractura cuando se utiliza en más ocasiones el instrumento. Cabe notar que la lima que más se fracturó fue la

Reciproc en comparación con Wave One Gold, presumiblemente debido a la aleación Gold más flexible.

- Ninguno de los dos sistemas mostró un índice de fractura estadísticamente significativo para poder concluir que lima se rompe más.

RECOMENDACIONES

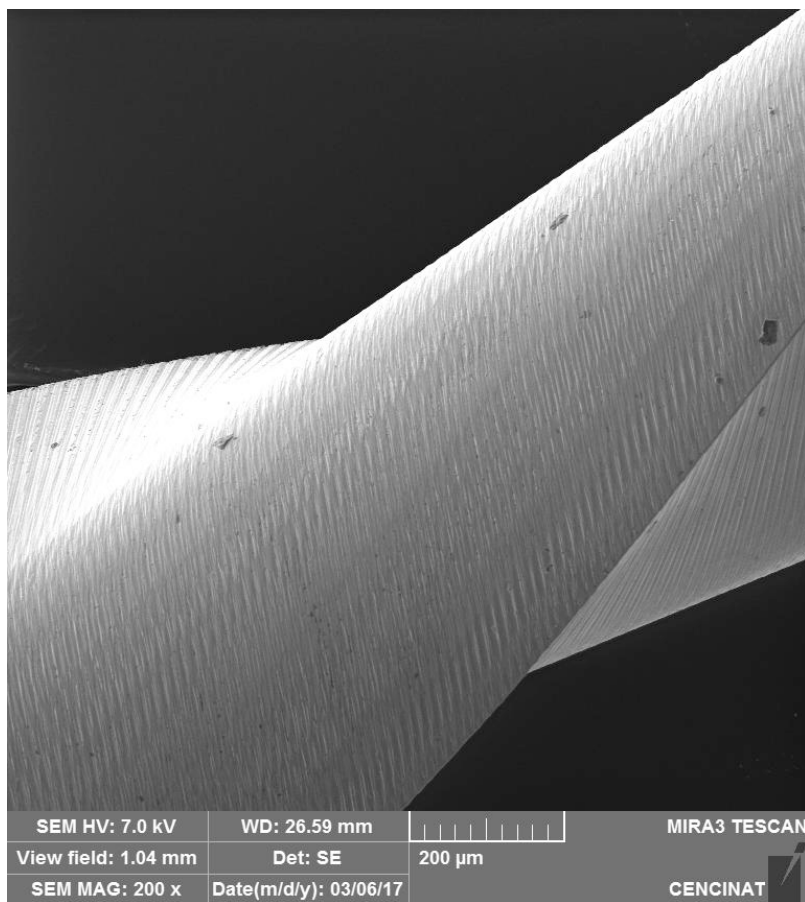
- Para obtener una distribución normal de datos se recomienda una inducción previa a los expertos evaluadores sobre los conceptos de defectos superficiales, de esta manera se podrá alcanzar un resultado más homogéneo.
- Se sugiere seguir con esta misma línea de investigación con sistemas rotatorios más actualizados (Reciproc Blue).

BIBLIOGRAFÍA

- Ye, J. (2012). Metallurgical Characterization of M-Wire Nickel-Titanium Shape Memory Alloy Used for Endodontic Rotary Instruments during Low-cycle Fatigue. *JOE*, 105-107.
- Burgos, F. (2005). Aleación Níquel Titanio en Endodoncia. *Aleacion Níquel Titanio en Endodoncia*, 3-34.
- Nieto, E. P. (2017). AVANCES DE DISEÑO Y METALURGICA EN LA INSTRUMENTACION DE CONDUCTOS RADICULARES. *Unicah*.
- Flor, S. D. (2005). *Aleaciones con memoria de forma*. Bogotá, Colombia: Panamericana.
- Ninam, E. (2013). Torsion and Bending Properties of Shape Memory and Superelastic Nickel-Titanium Rotary Instruments. *JOE*, 101-104.
- Eugenio, P. (2016). Torsional and Cyclic Fatigue Resistance of a New Nickel-Titanium Instrument Manufactured by Electrical Discharge Machining. *JOE*, 156-159.
- Hulsmann M. (2005). Mechanical Preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 30-76.
- Leonardo, M. R. (2005). *Sistemas Rotatorios en Endodoncia: Instrumentos de níquel titanio*. Sao Paulo.
- Aguilera, F. (2013). Seminario instrumental rotatorio: ProTaper, Race, Reciprocantes. *Universidad Valparaíso de Chile*.
- Moscoso. (2014). Sistema Reciprocante de Instrumentación. Lima única RECIPROC® (VDW GmbH, Munich, Germany) . 122-16.
- Arranguren. (2014). Wave One Gold Surfea el conducto radicular con confianza. *Dentsply*, 234-237.
- Satish, A. (2009). Metallurgical Characterization of a New Nickel-Titanium Wire for Rotary Endodontic Instruments. *JOE*, 1589-1593.
- Aranguren. (205). Wave One Gold Surfea el conducto radicular con confianza. *Dentsply*, 30-35.
- Espinosa San Martín, M. M. (2013). Aleaciones de Níquel Titanio en Endodoncia. *Universidad de Valparaíso*, (págs. 2-48). Valparaíso.
- Steinfort. (Abril de 2017). Wave One Gold: La nueva apuesta de Dentsply Sirona. *Canal Abiero*, 4-7.
- Caballero. (2014). Scanning electron microscopy of superficial defects in Twisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. *International Endodontic Journal*.
- (s.f.).

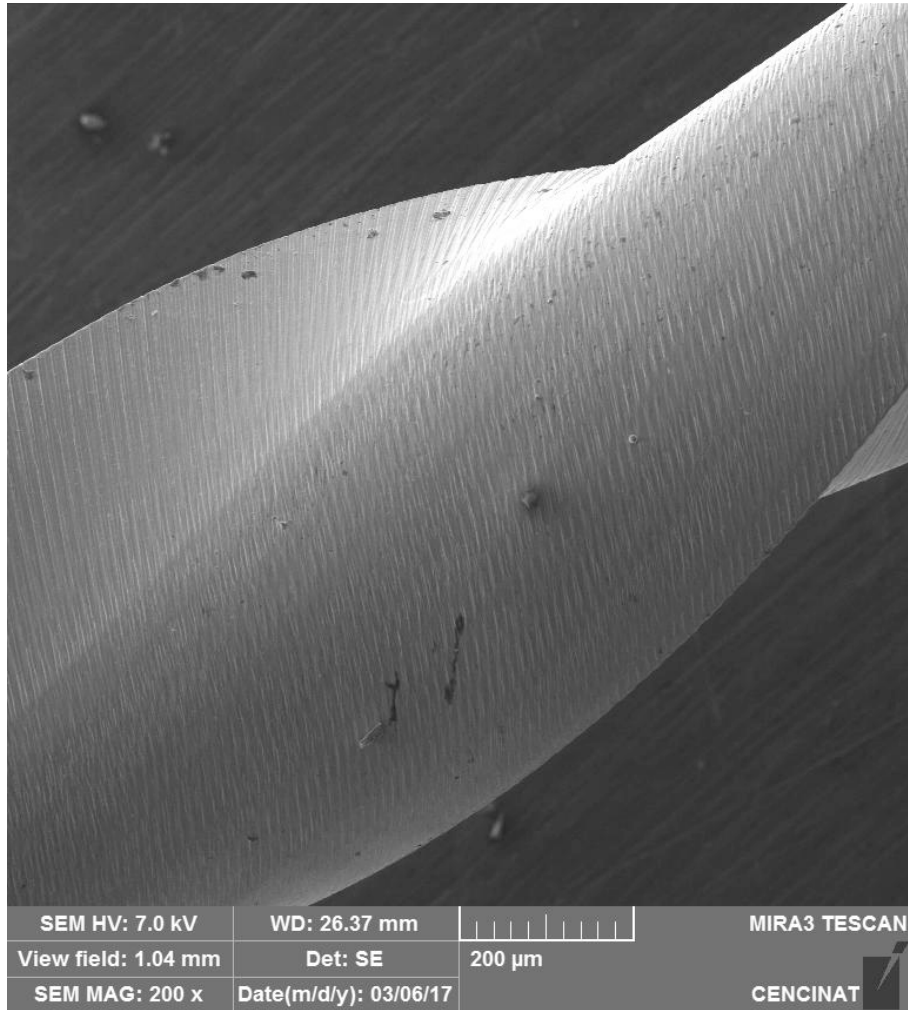
ANEXOS**Anexo 1:**

Reciproc Cero Usos: Nivel Cervical/Control Negativo



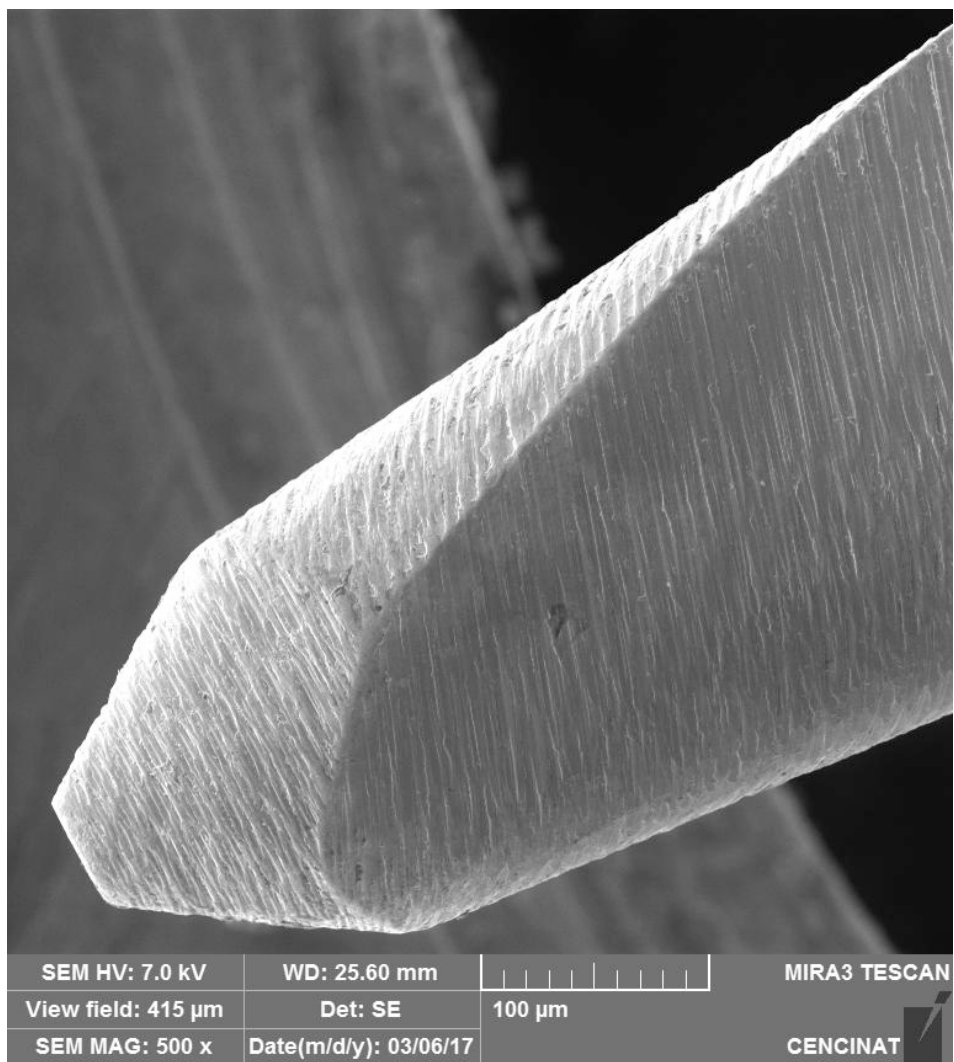
Anexo 2:

Reciproc Cero Usos: Nivel Medio/Control Negativo



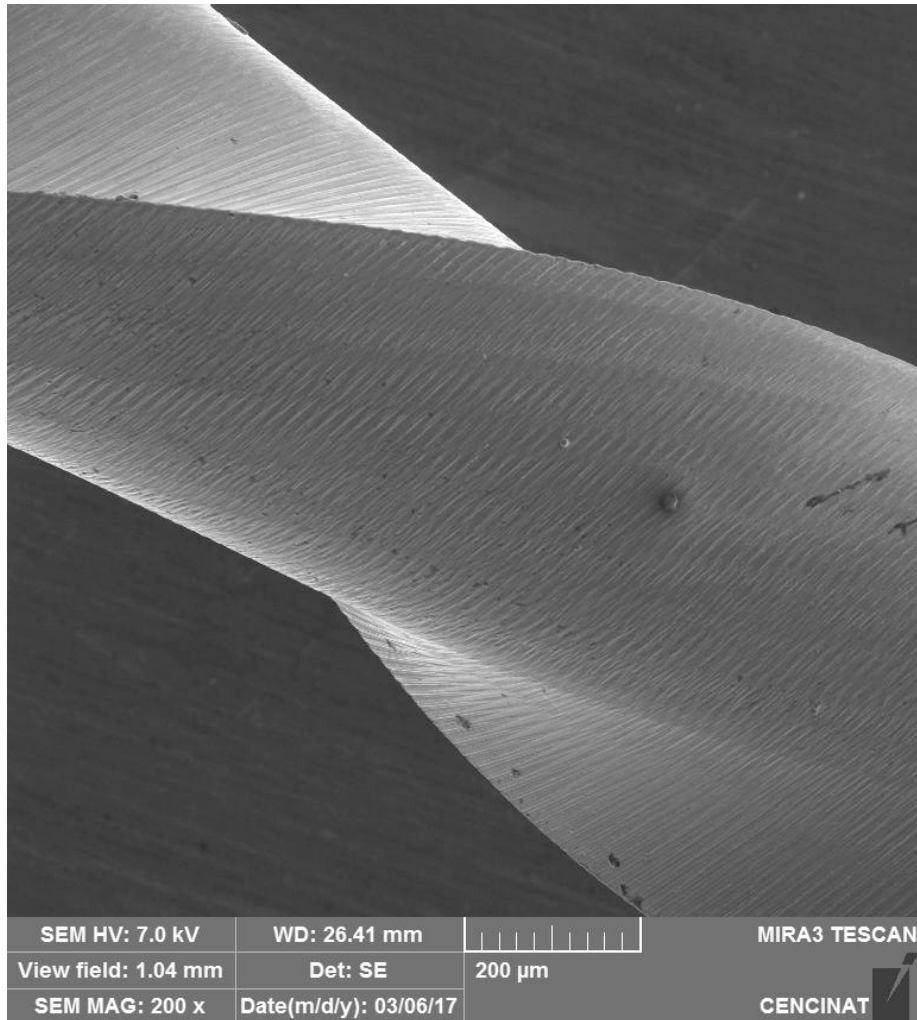
Anexo 3:

Reciproc Cero Usos: Nivel Punta/Control Negativo

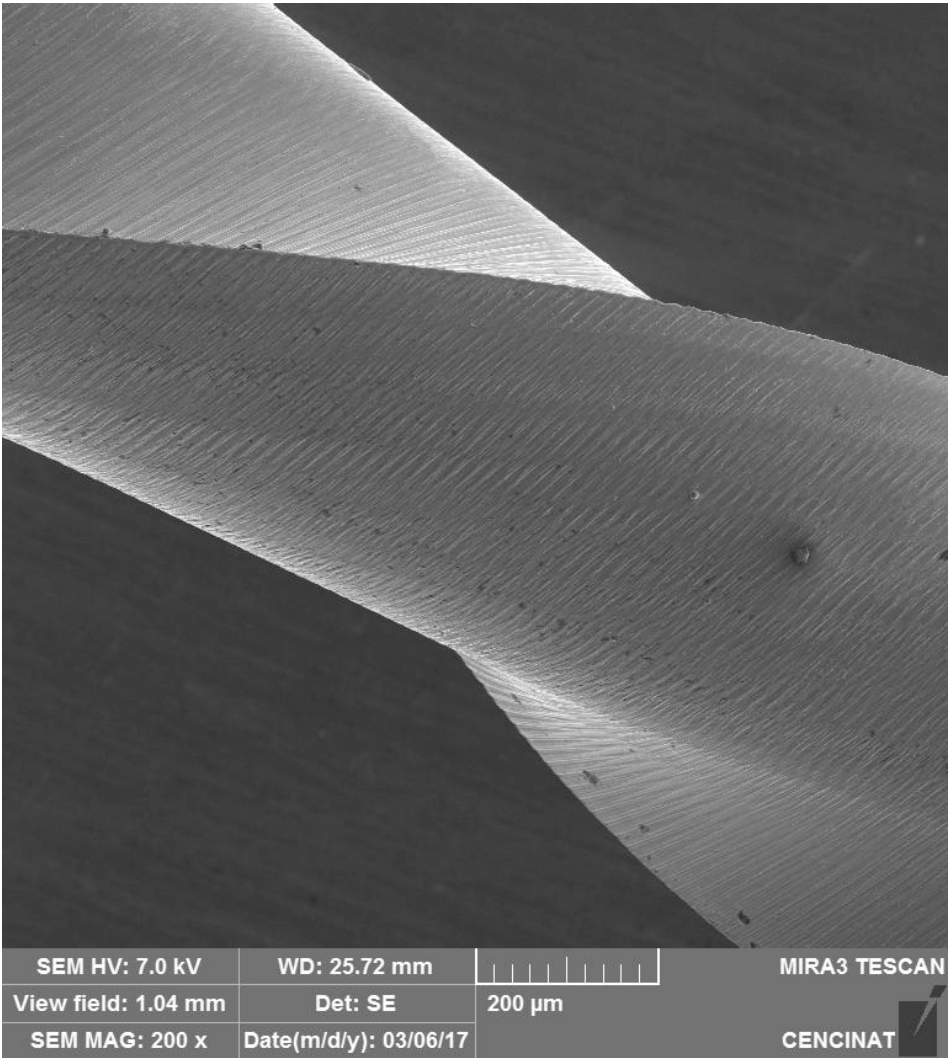


Anexo 4:

Reciproc Cero Usos: Nivel Cervical/Control Negativo

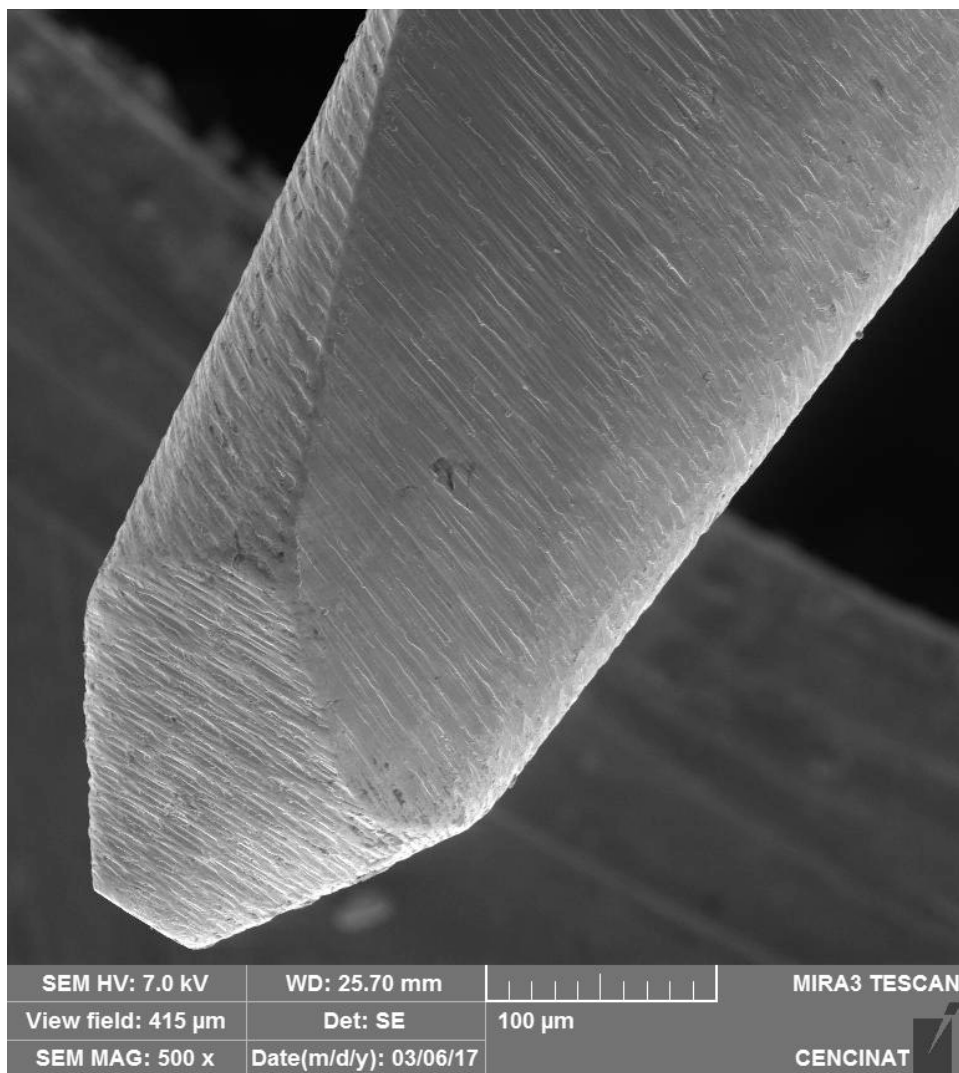


Anexo 5:
Reciproc Cero Usos: Nivel Medio/Control Negativo



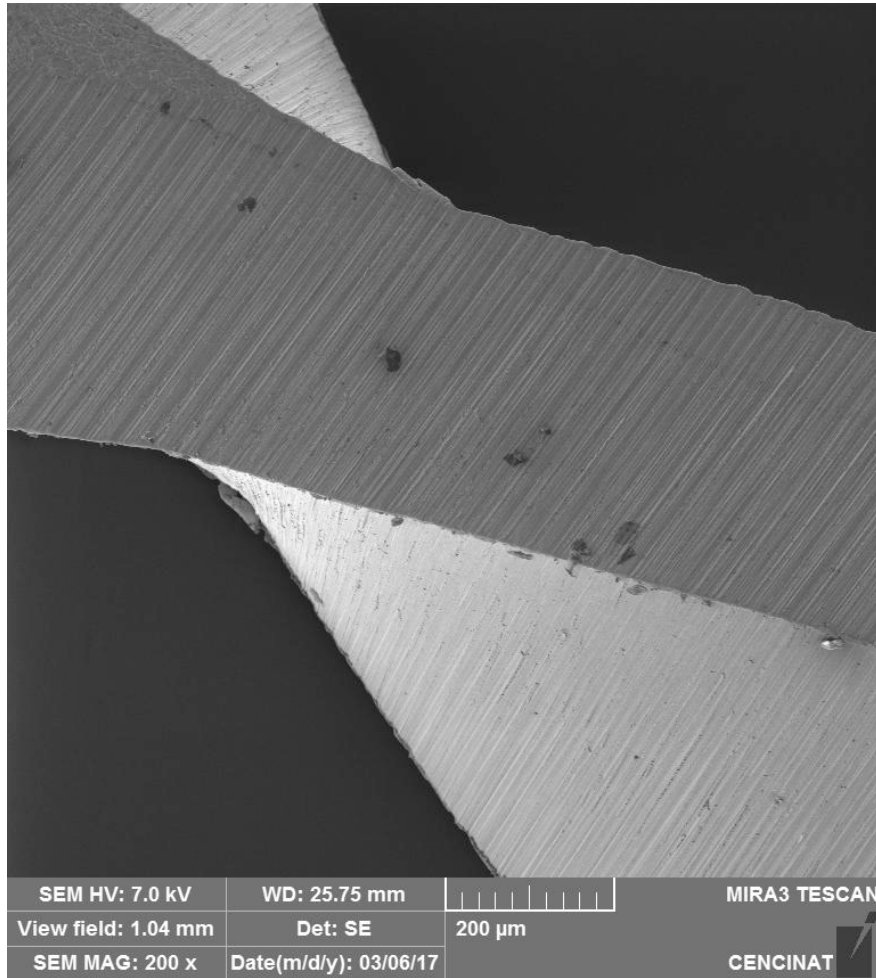
Anexo 6:

Reciproc Cero Usos: Nivel Punta/Control Negativo



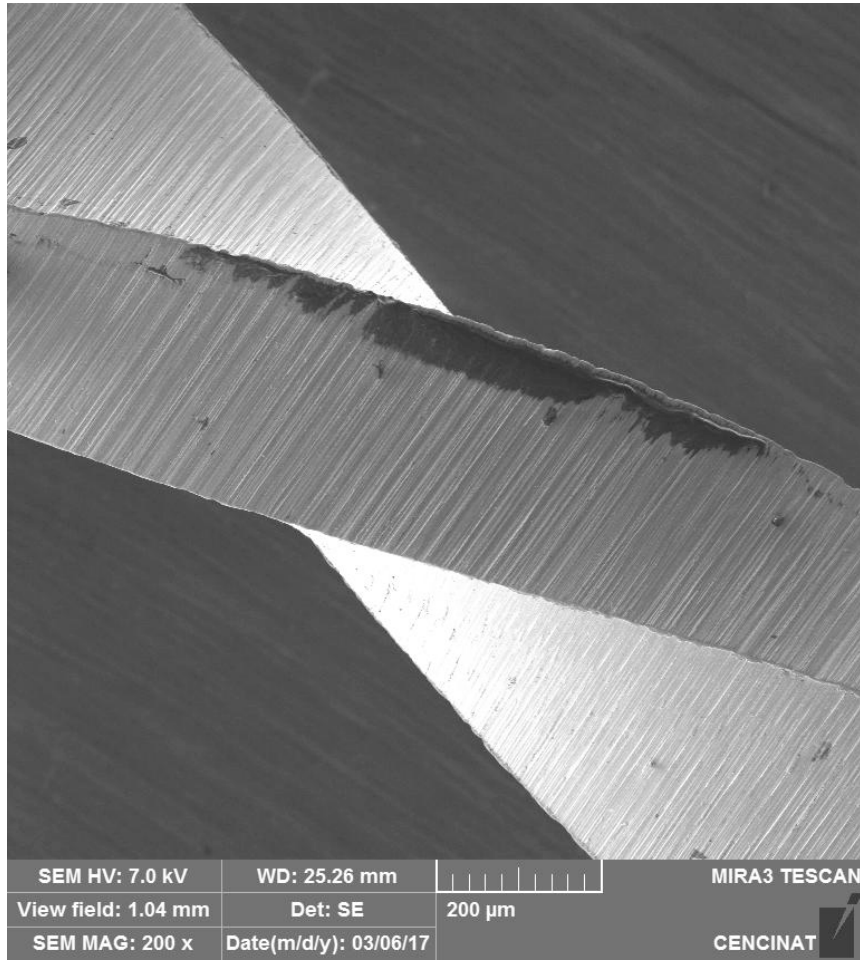
Anexo 7:

Wave One Gold 0 Usos: Nivel Cervical/Control Negativo



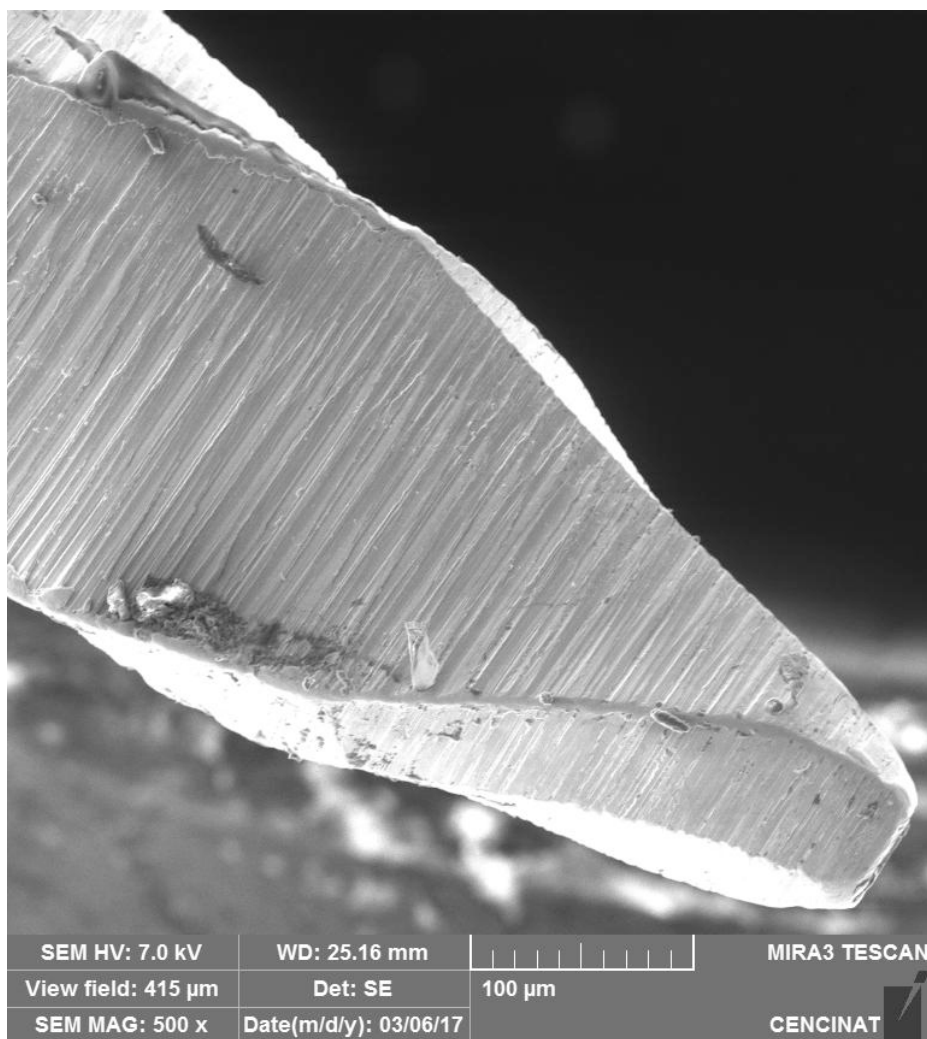
Anexo 8:

Wave One Gold 0 Usos: Nivel Medio/Control Negativo



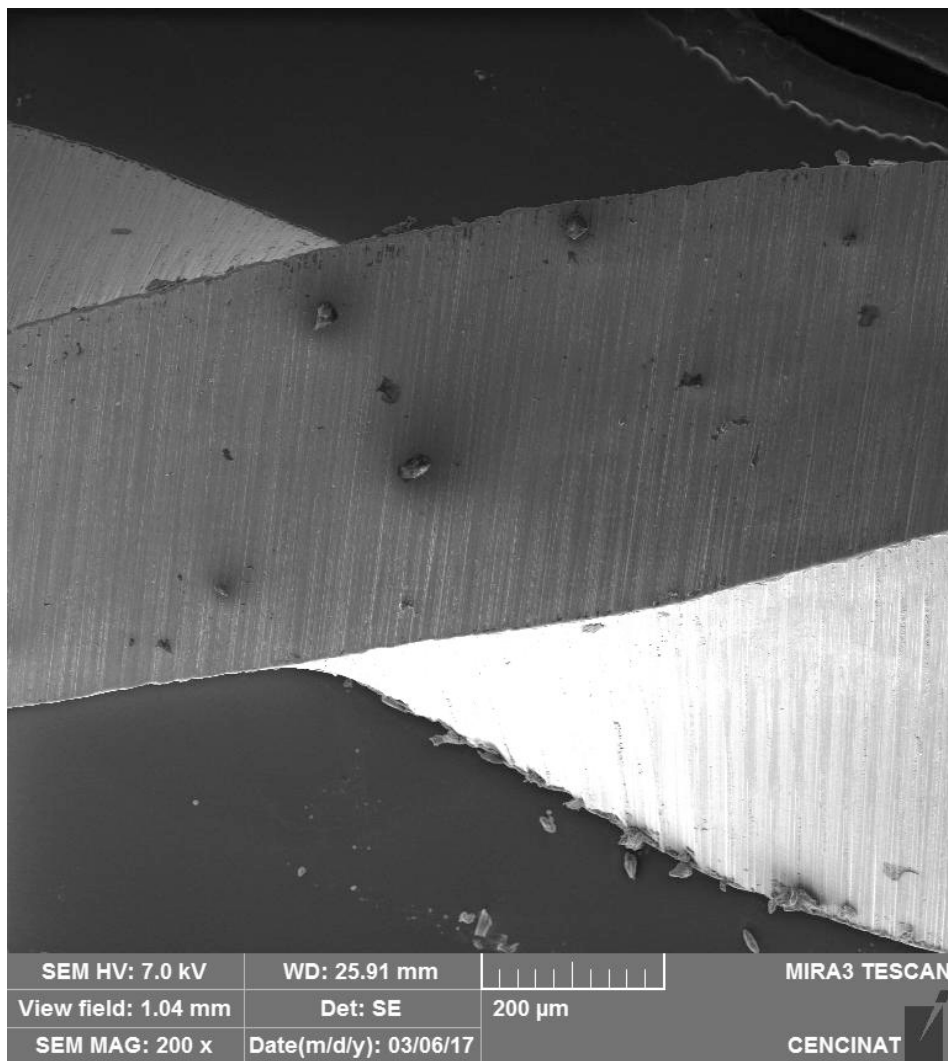
Anexo 9:

Wave One Gold 0 Usos: Punta/Control Negativo



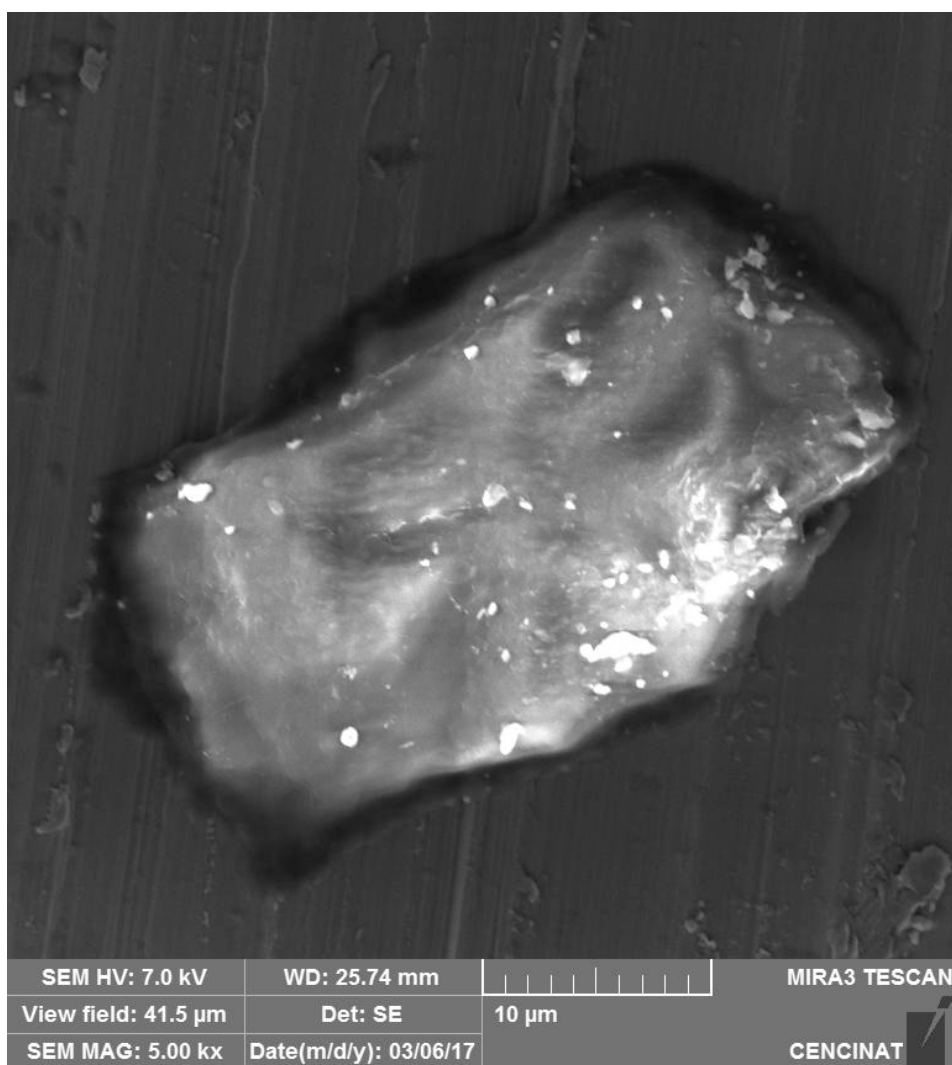
Anexo 10:

Wave One Gold 0 Usos: Nivel Cervical/Control Negativo



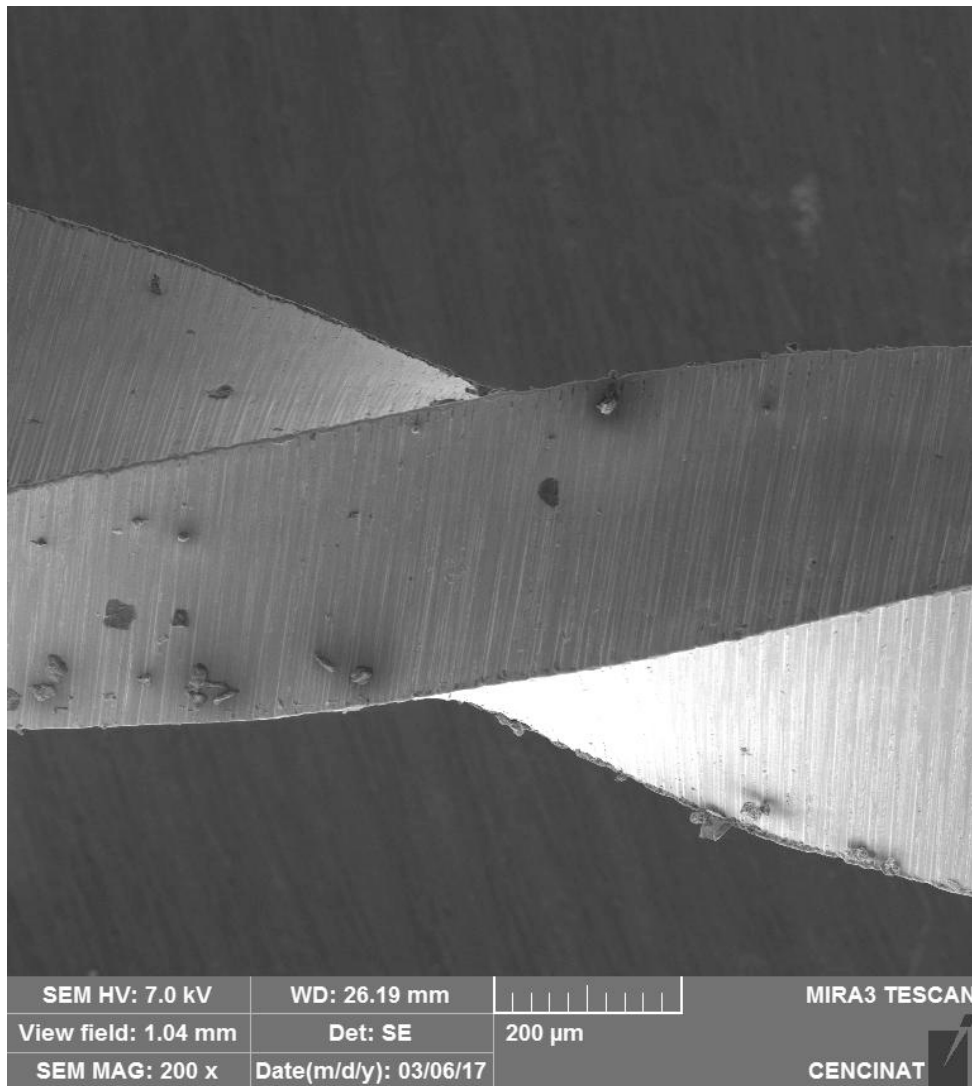
Anexo 11:

Ampliación Defecto Superficial Wave One Gold 0 usos



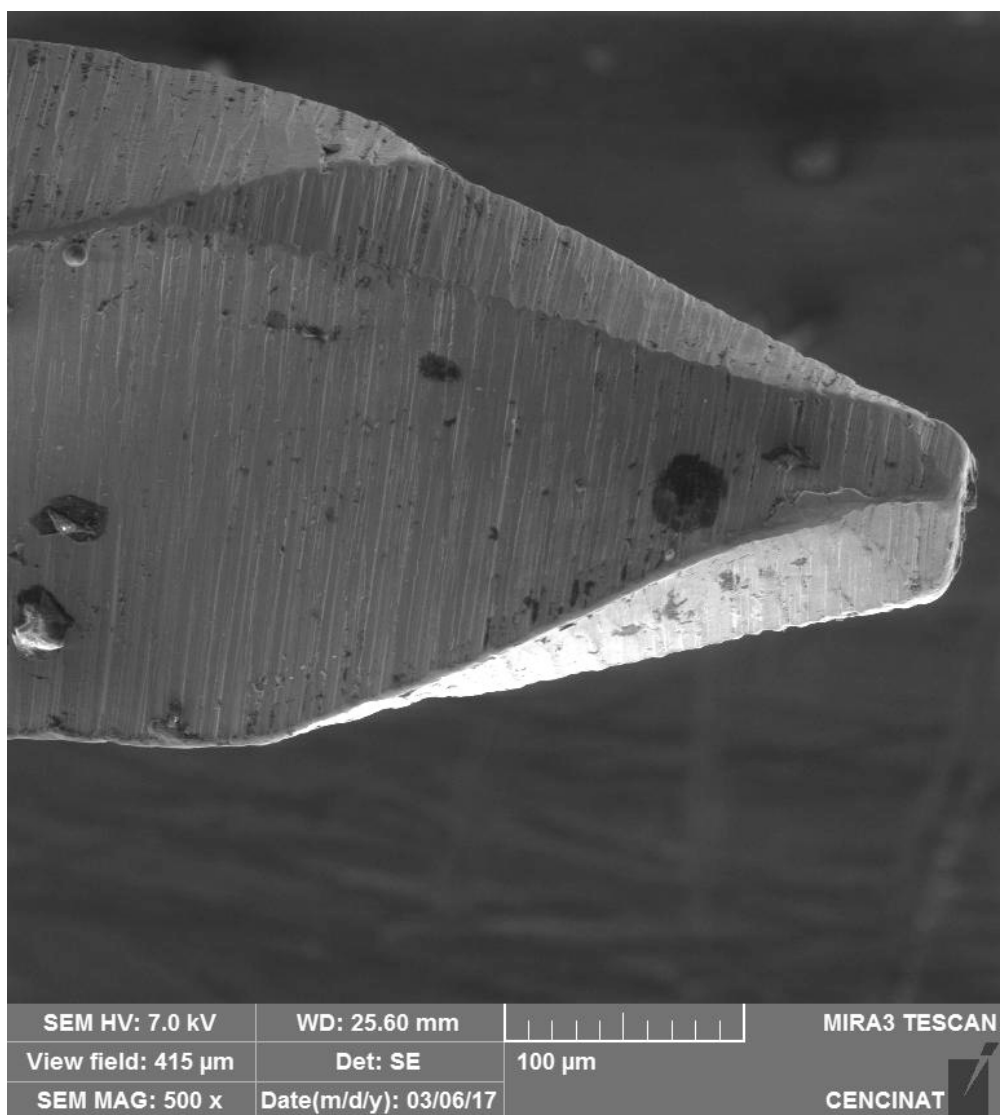
Anexo 12:

Wave One Gold 0 Usos: Nivel Medio/Control Negativo



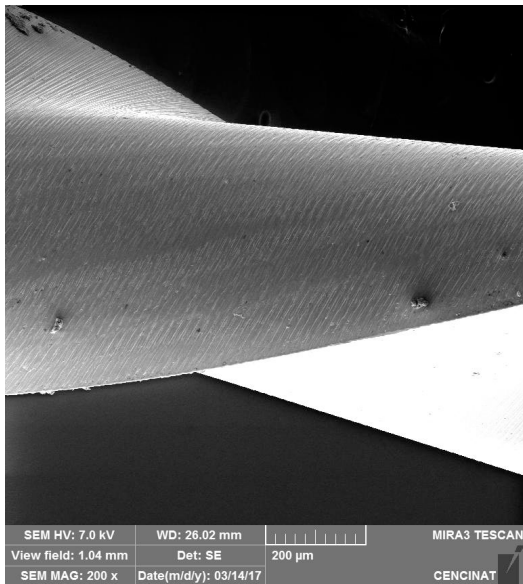
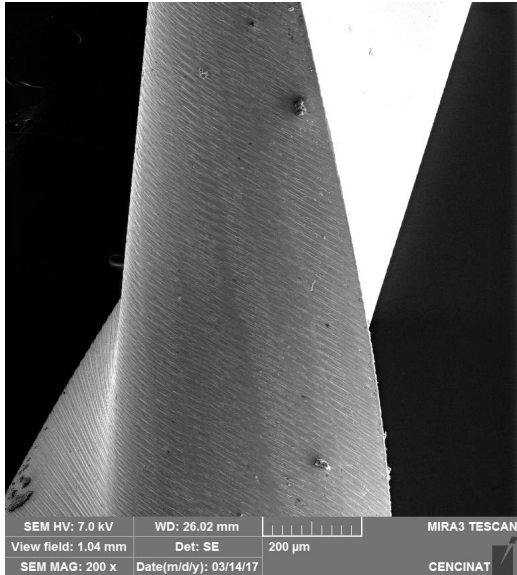
Anexo 13:

Wave One Gold 0 Usos: Nivel Punta/Control Negativo



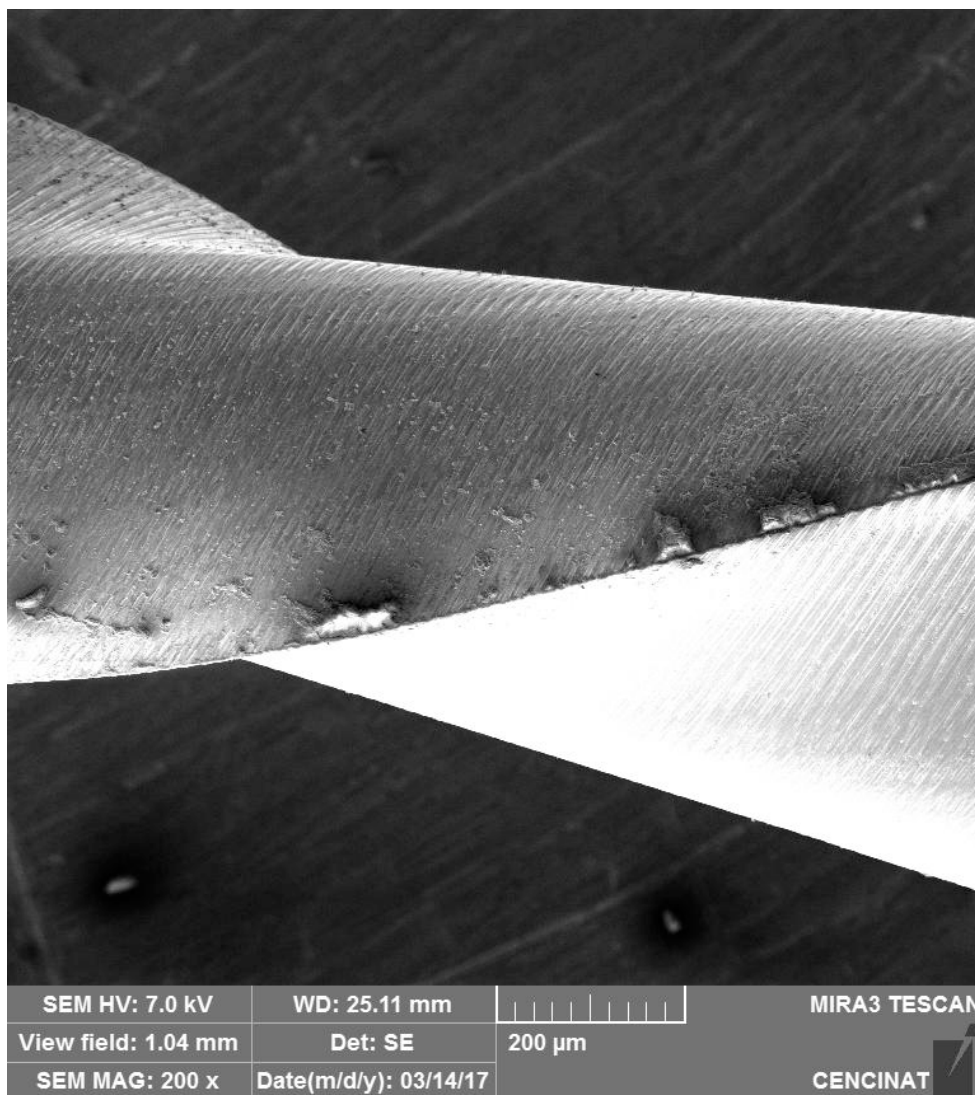
Anexo 14:

Reciproc 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 1



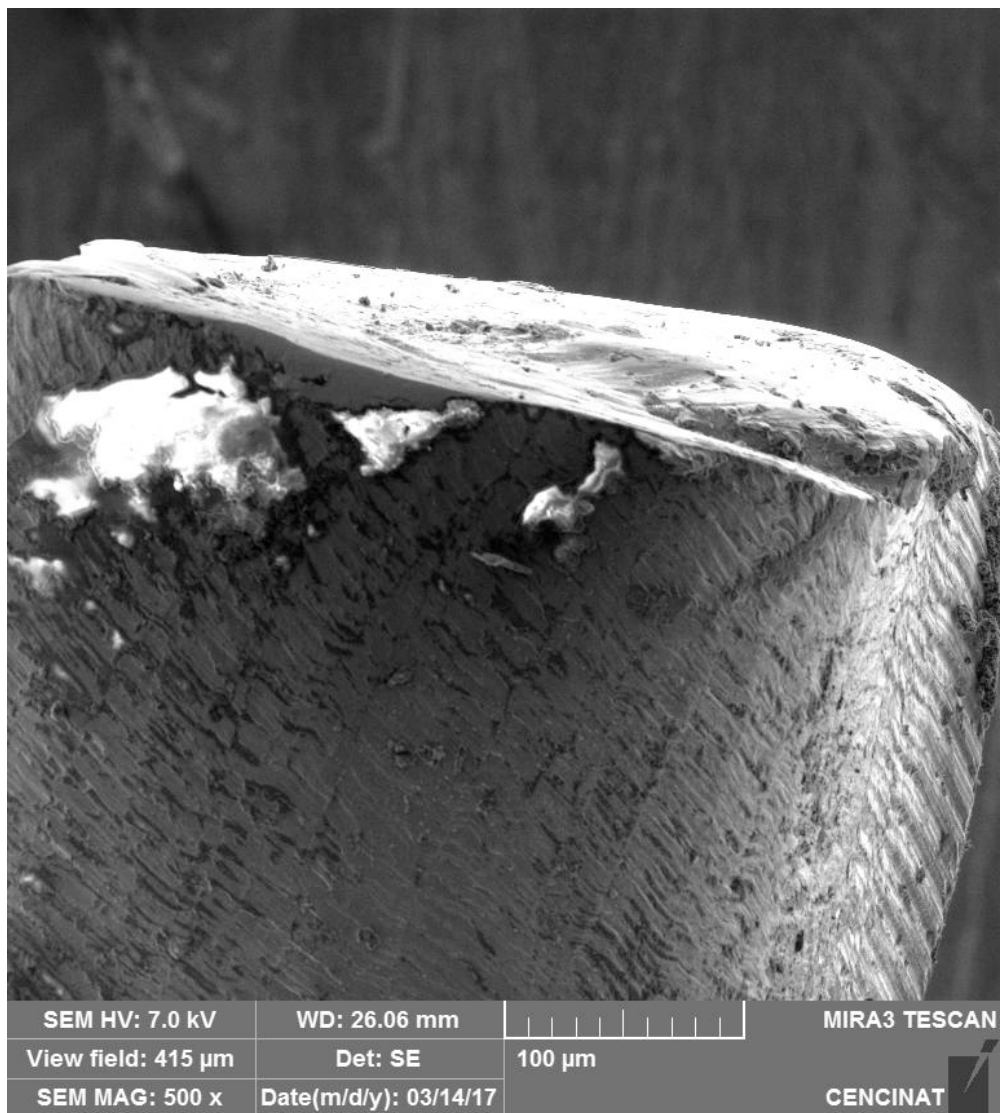
Anexo 15:

Reciproc 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 1



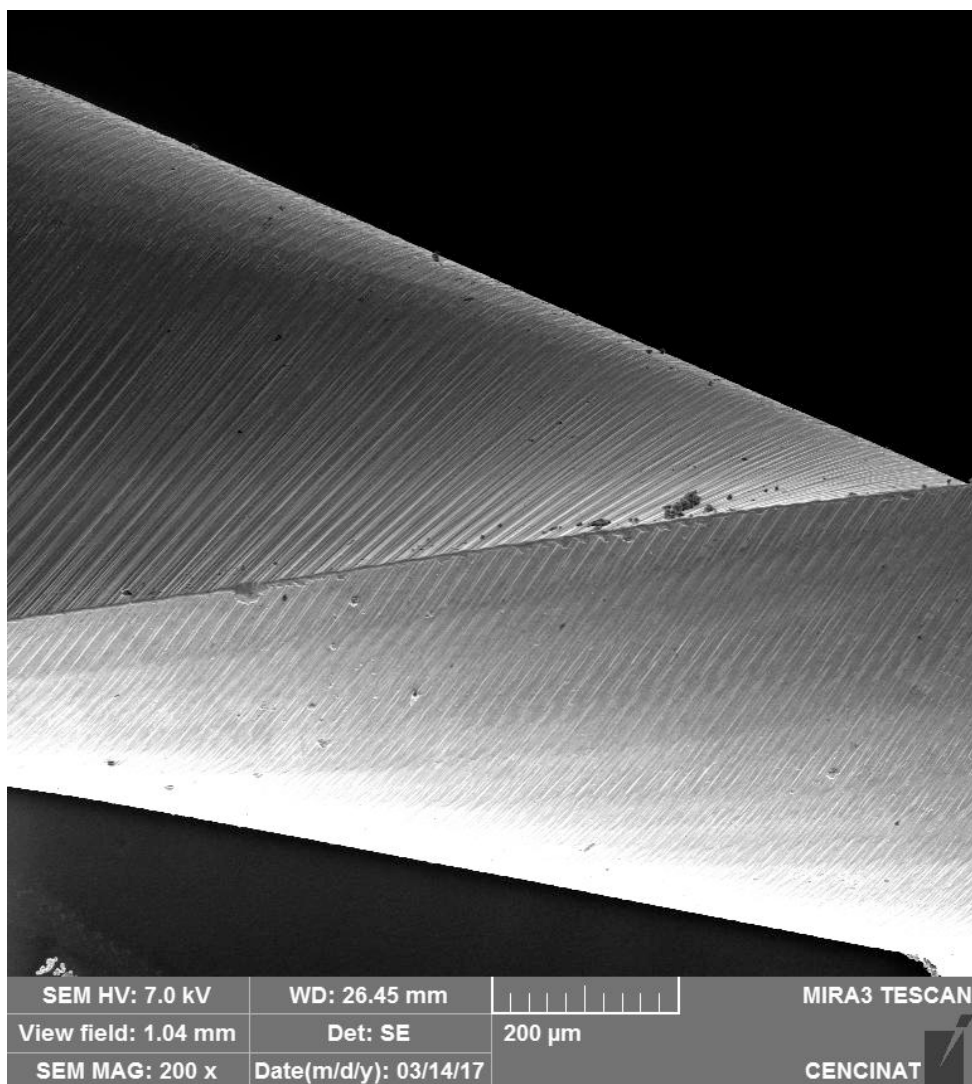
Anexo 16:

Reciproc 3 Usos: Nivel Punta/Muestra 1



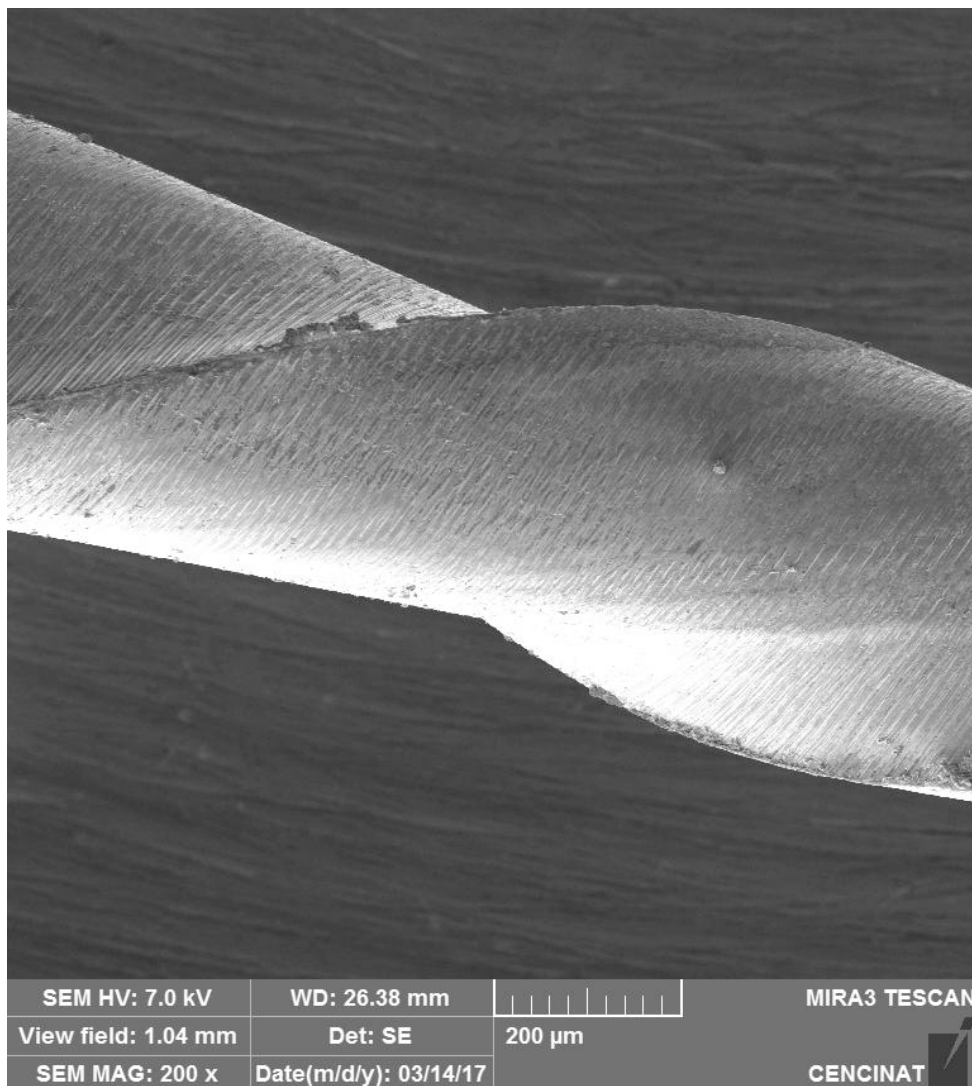
Anexo 17:

Reciproc 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 2



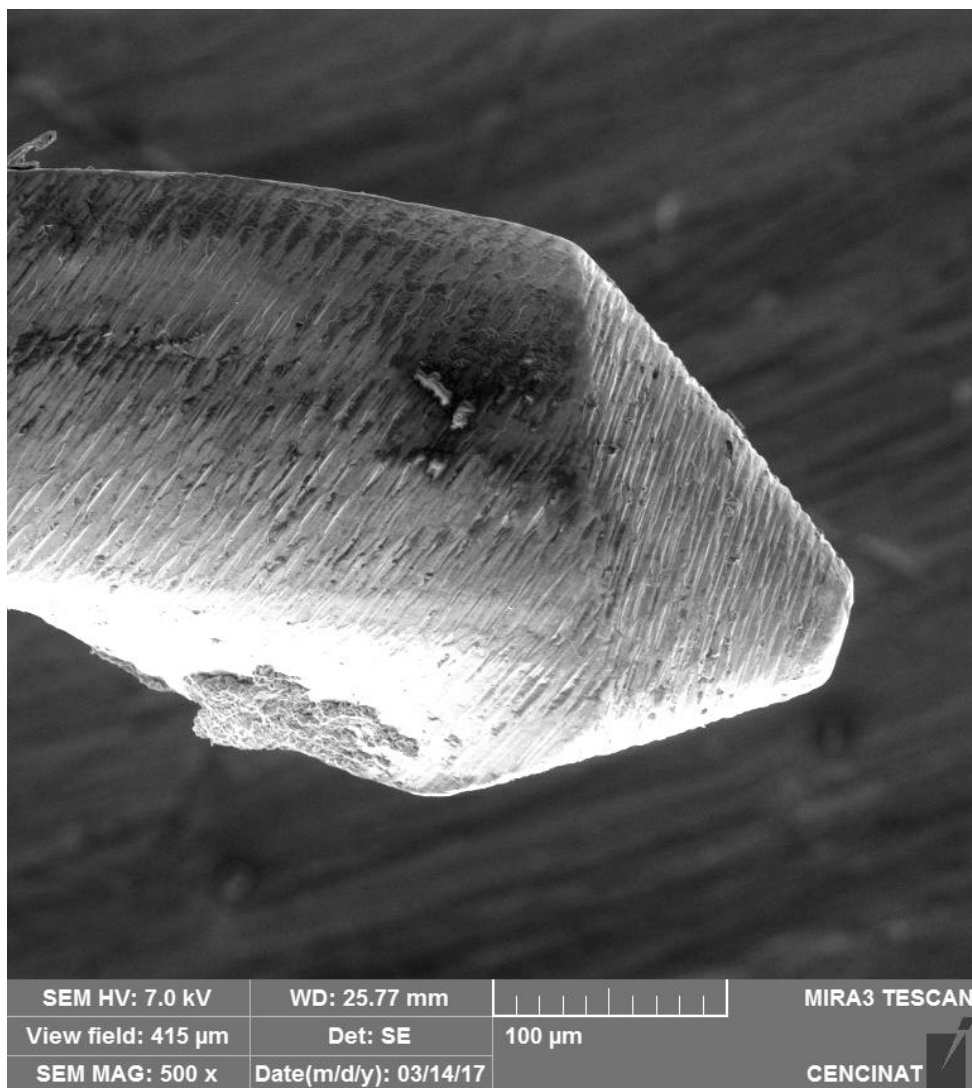
Anexo 18:

Reciproc 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 2



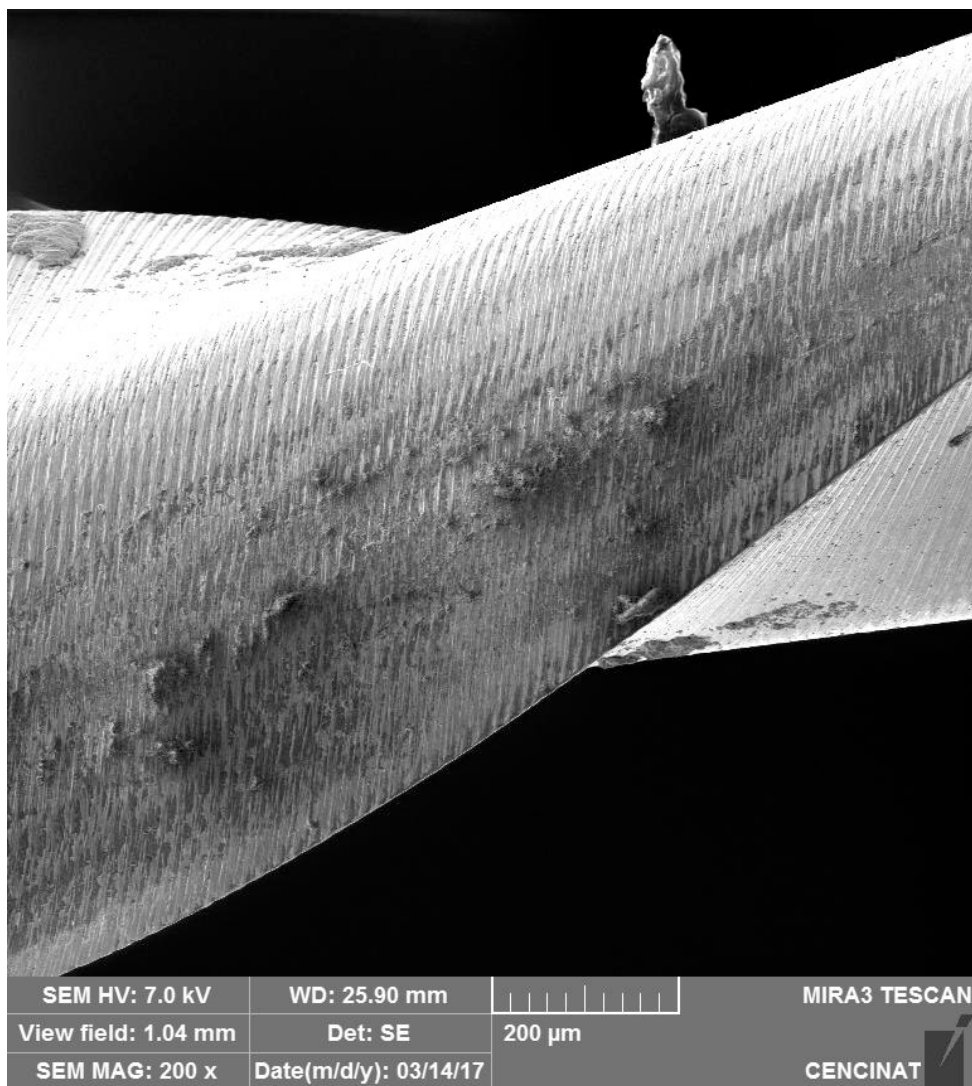
Anexo 19:

Reciproc 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 2



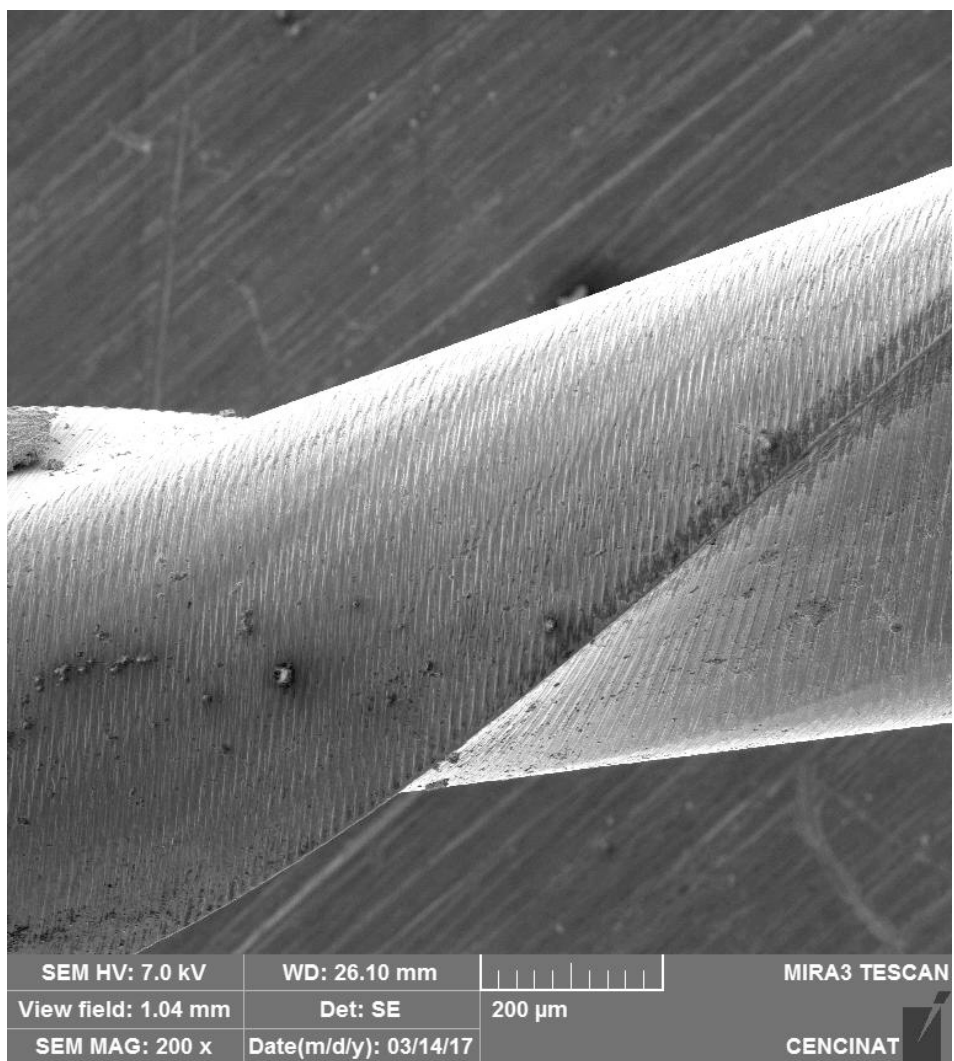
Anexo 20:

Reciproc 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 3



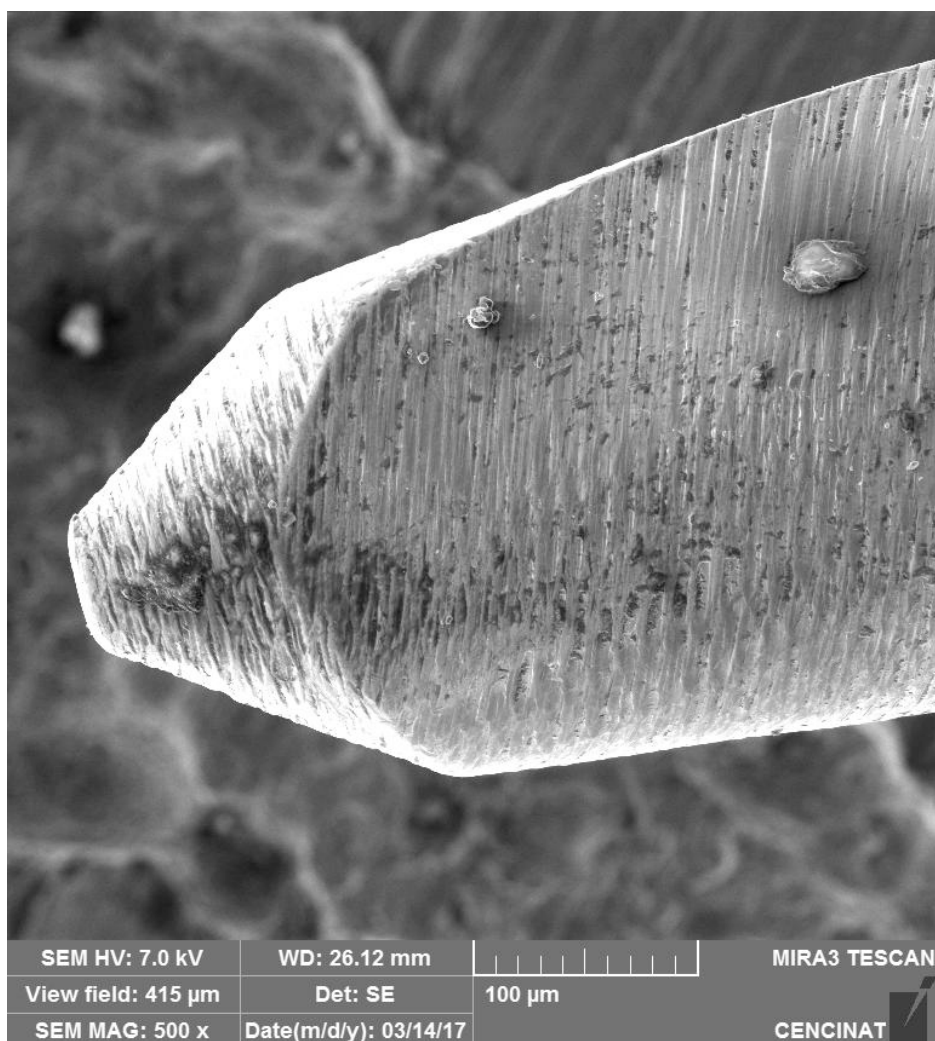
Anexo 21:

Reciproc 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 3



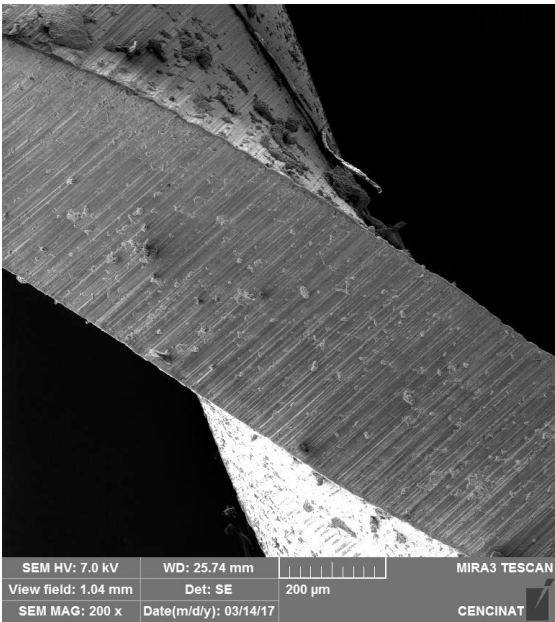
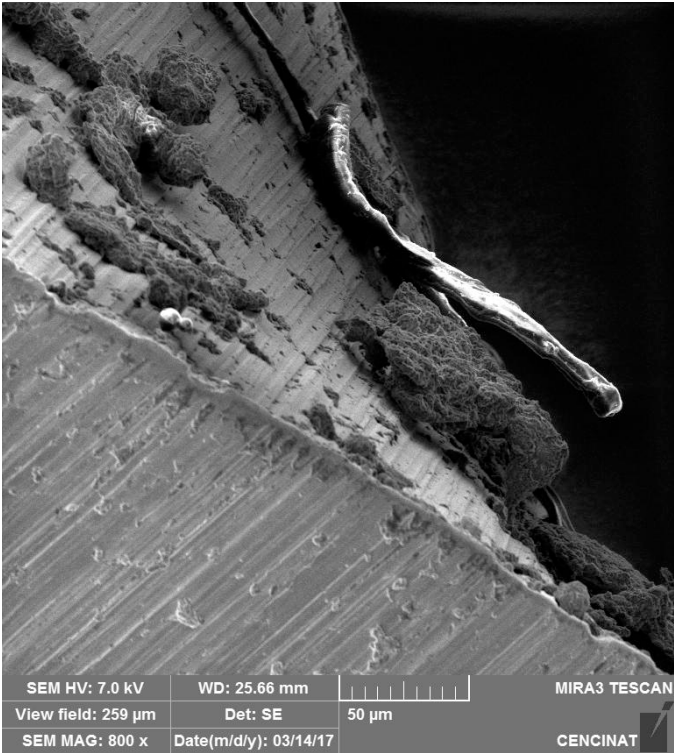
Anexo 22:

Reciproc 3 Usos: Nivel Punta/Muestra 3



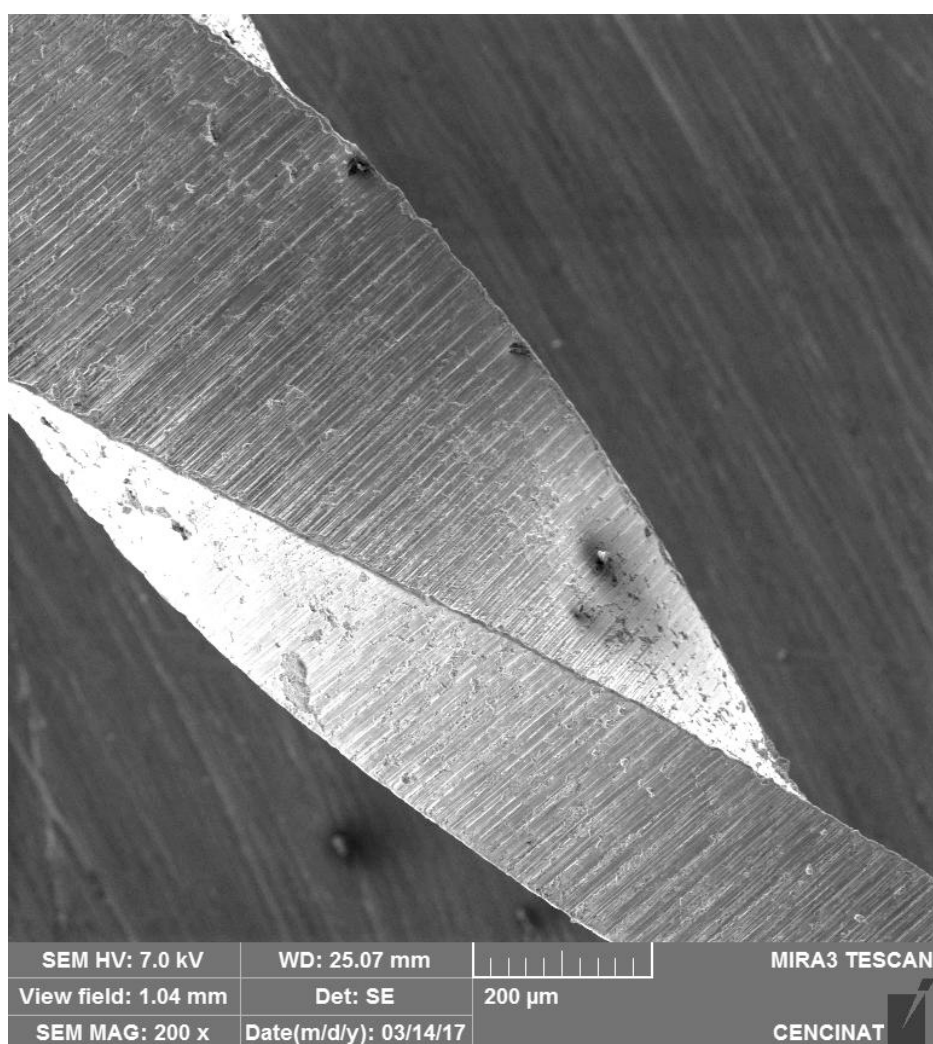
Anexo 23:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 4



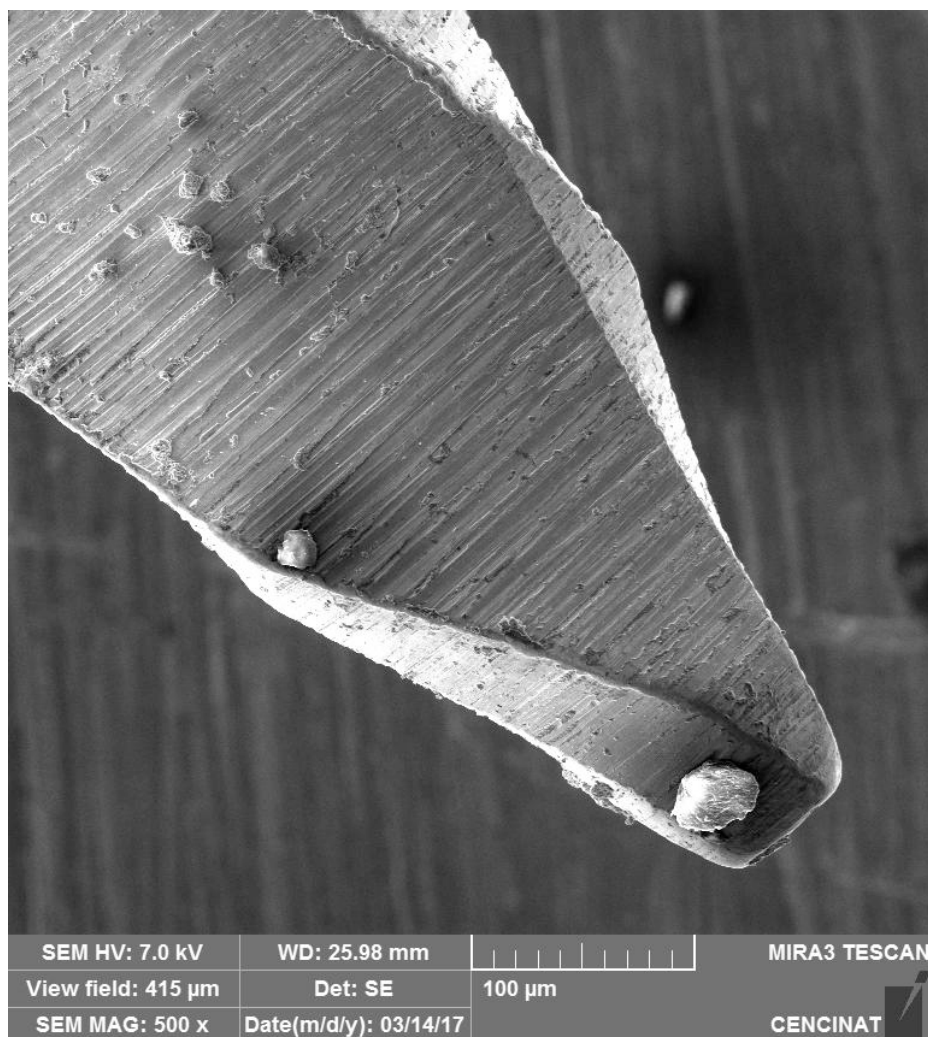
Anexo 24:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 4



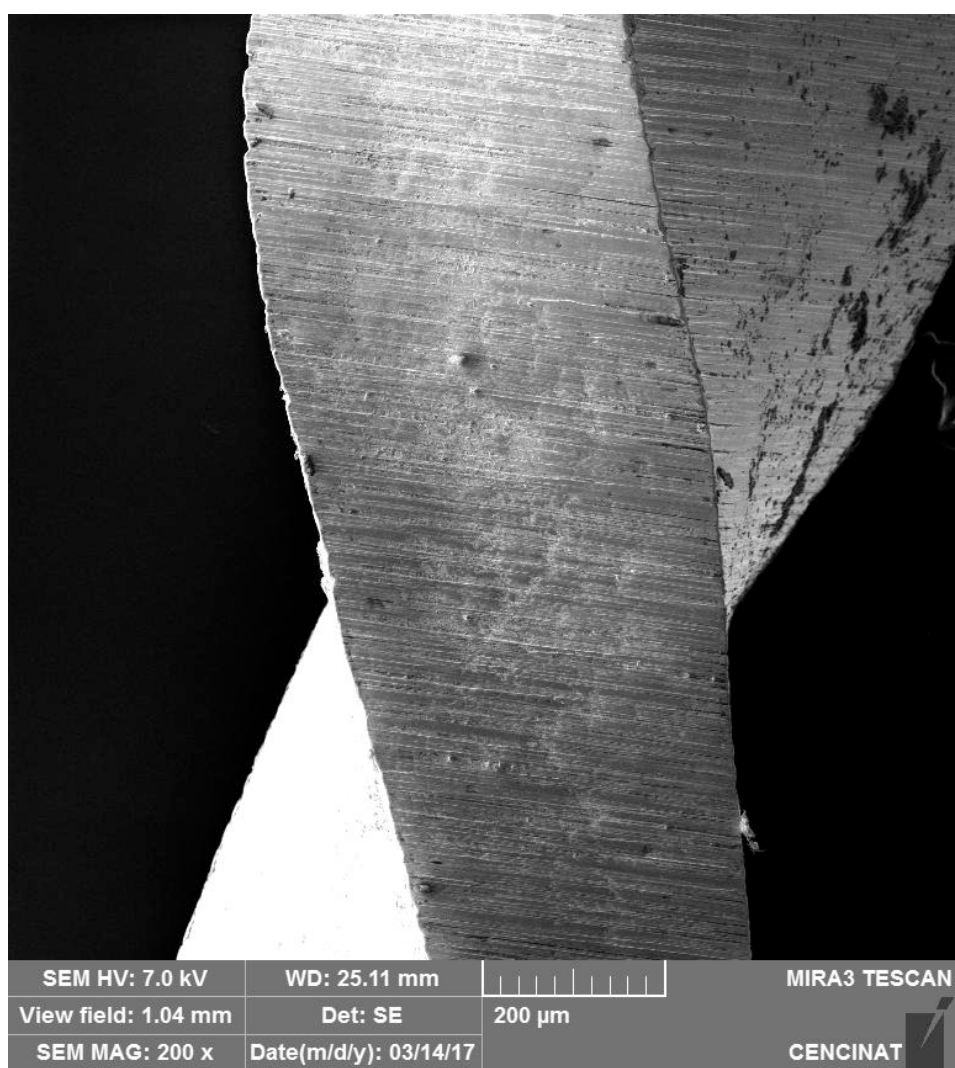
Anexo 25:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Punta/Muestra 4



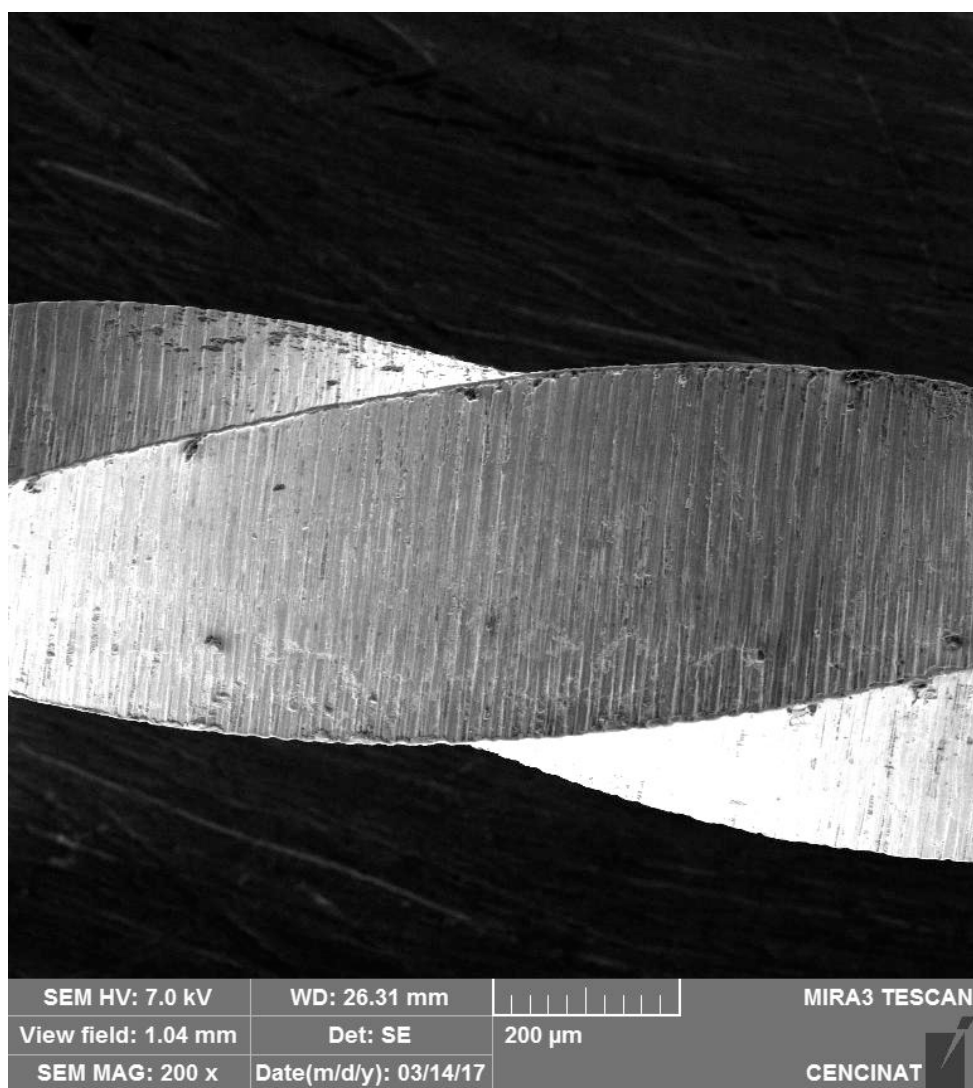
Anexo 26:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 5



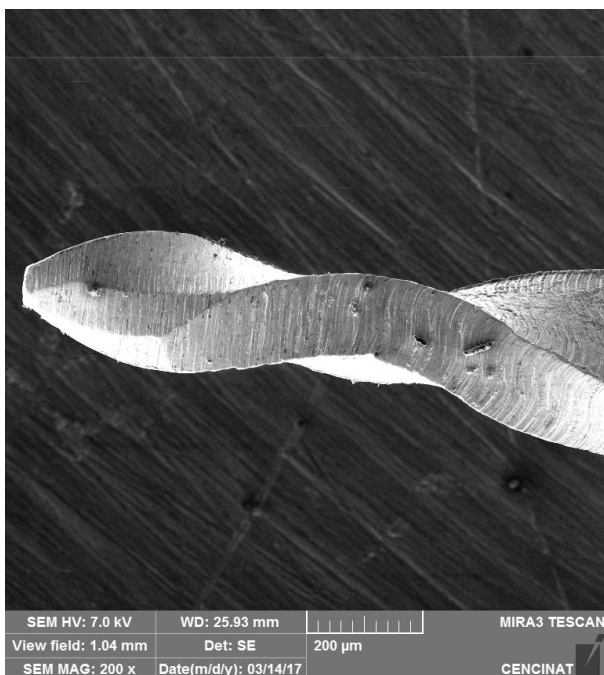
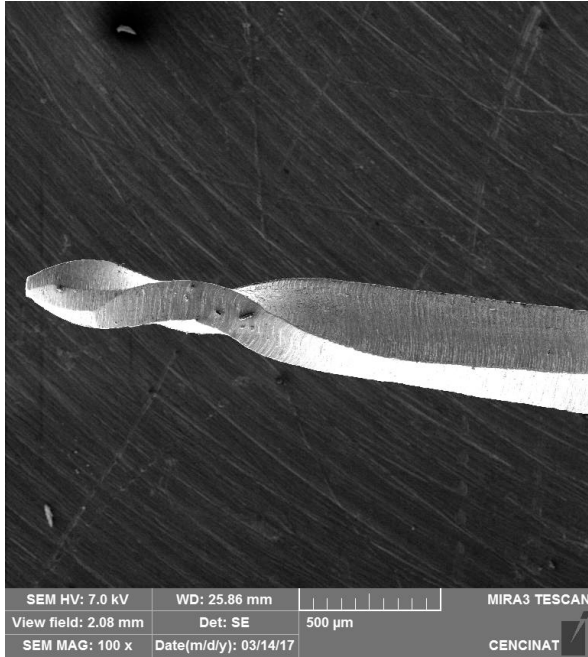
Anexo 27:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 5



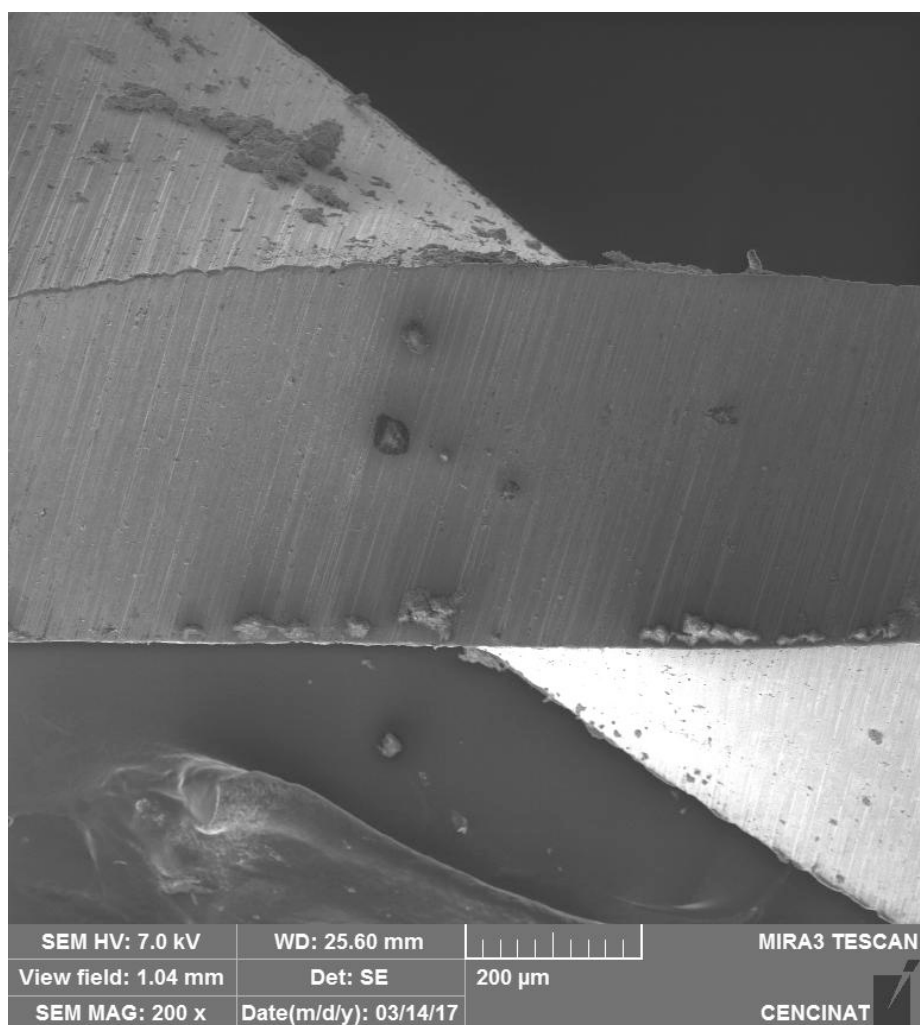
Anexo 28:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Punta/Muestra 5



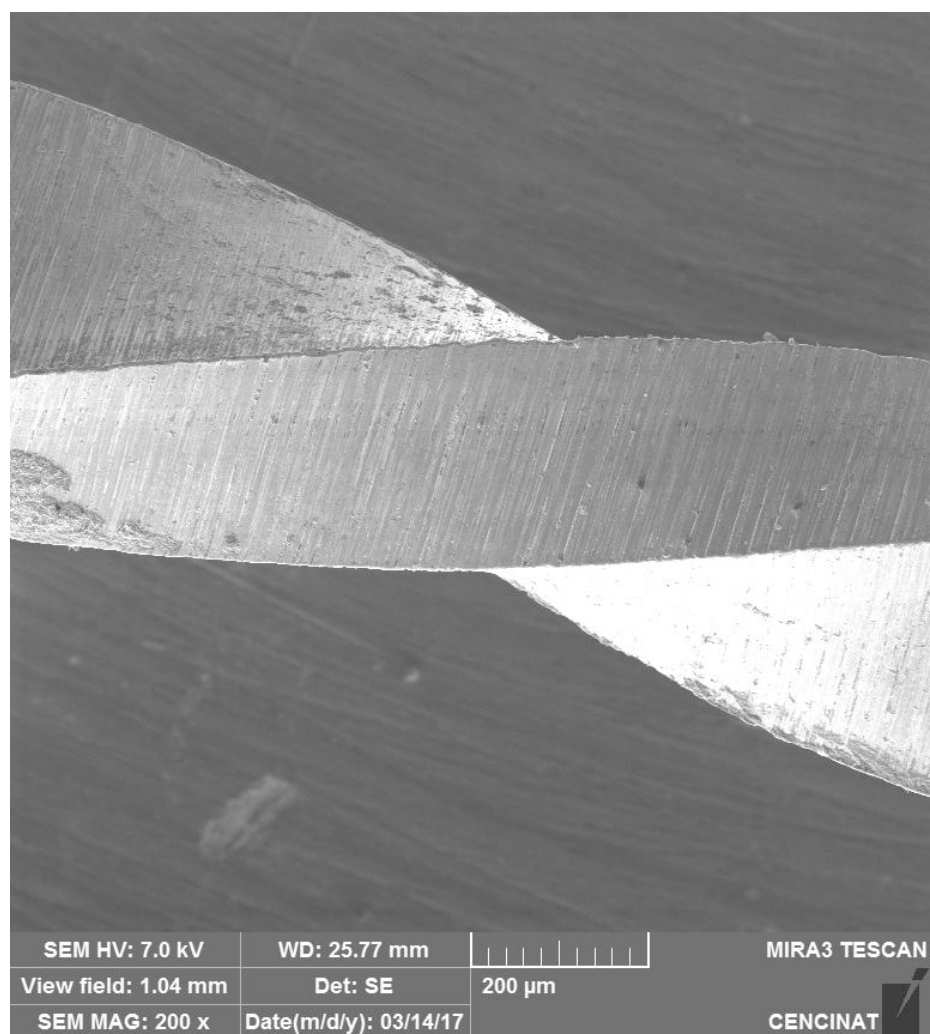
Anexo 29:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Cervical/Muestra 6



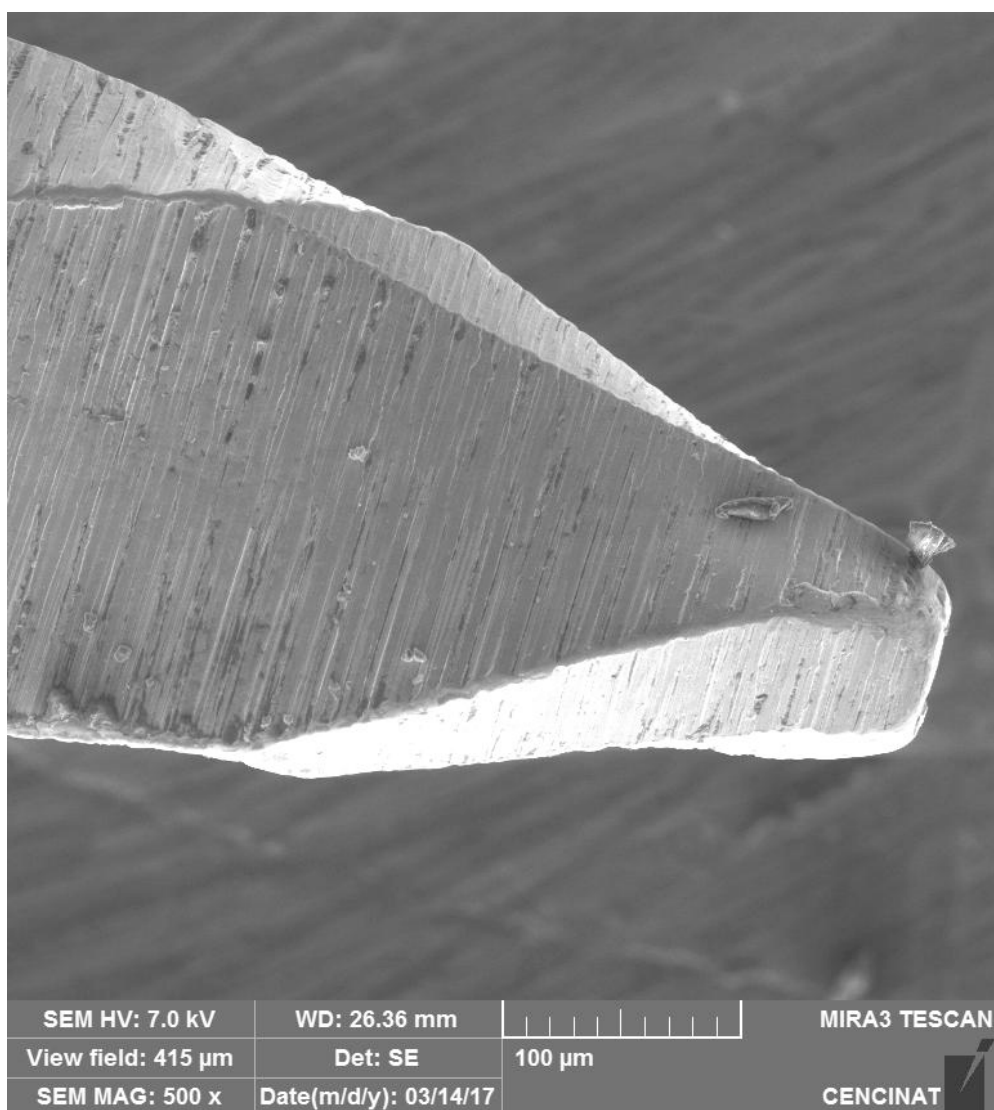
Anexo 30:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Medio/Muestra 6



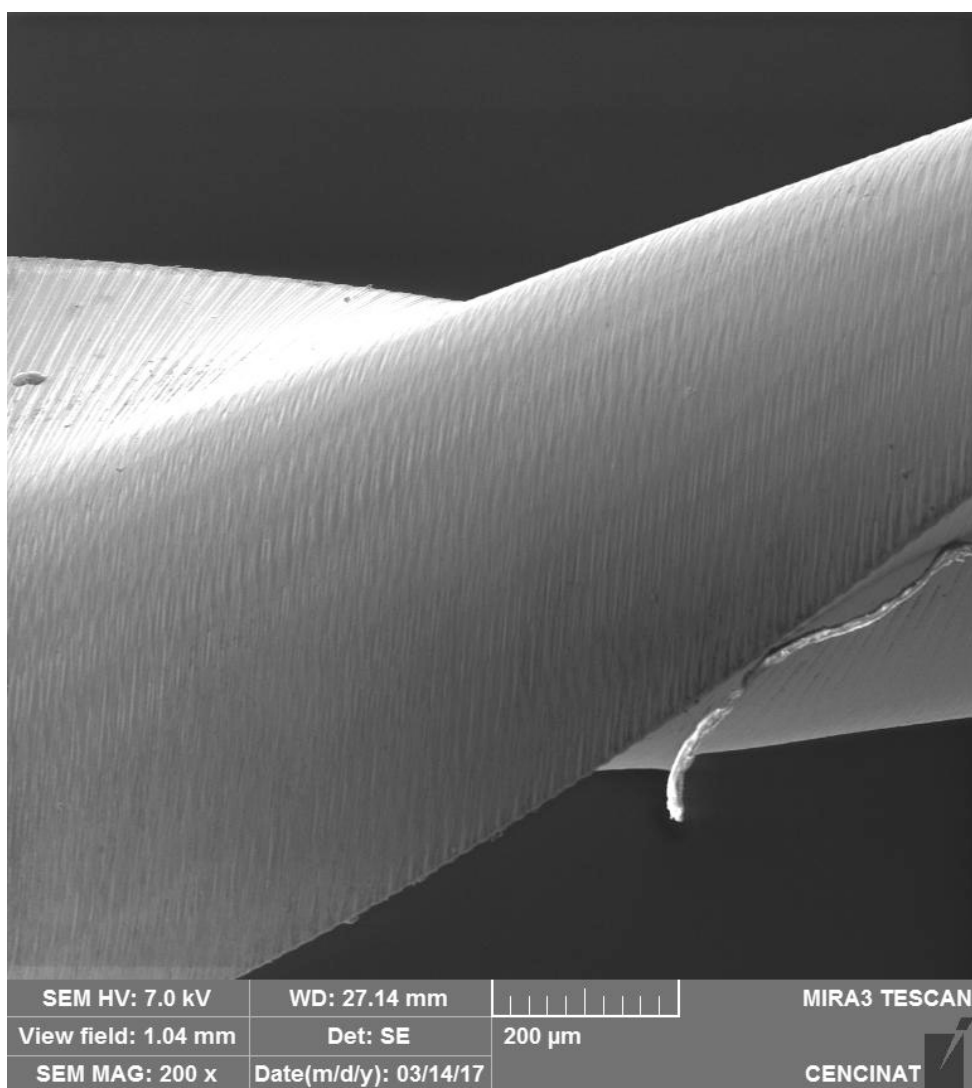
Anexo 31:

Wave One Gold 3 Usos: Nivel Punta/Muestra 6



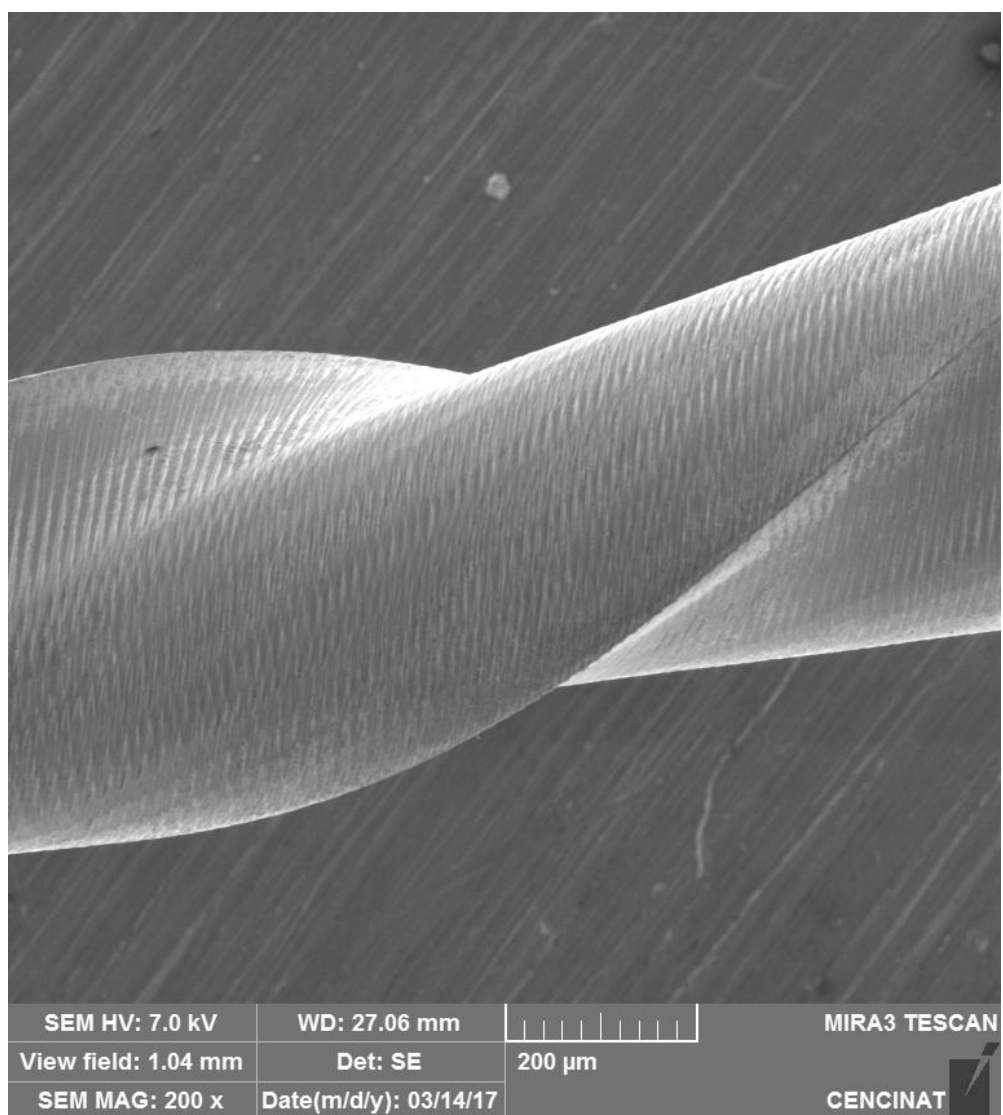
Anexo 32:

Reciproc 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 7



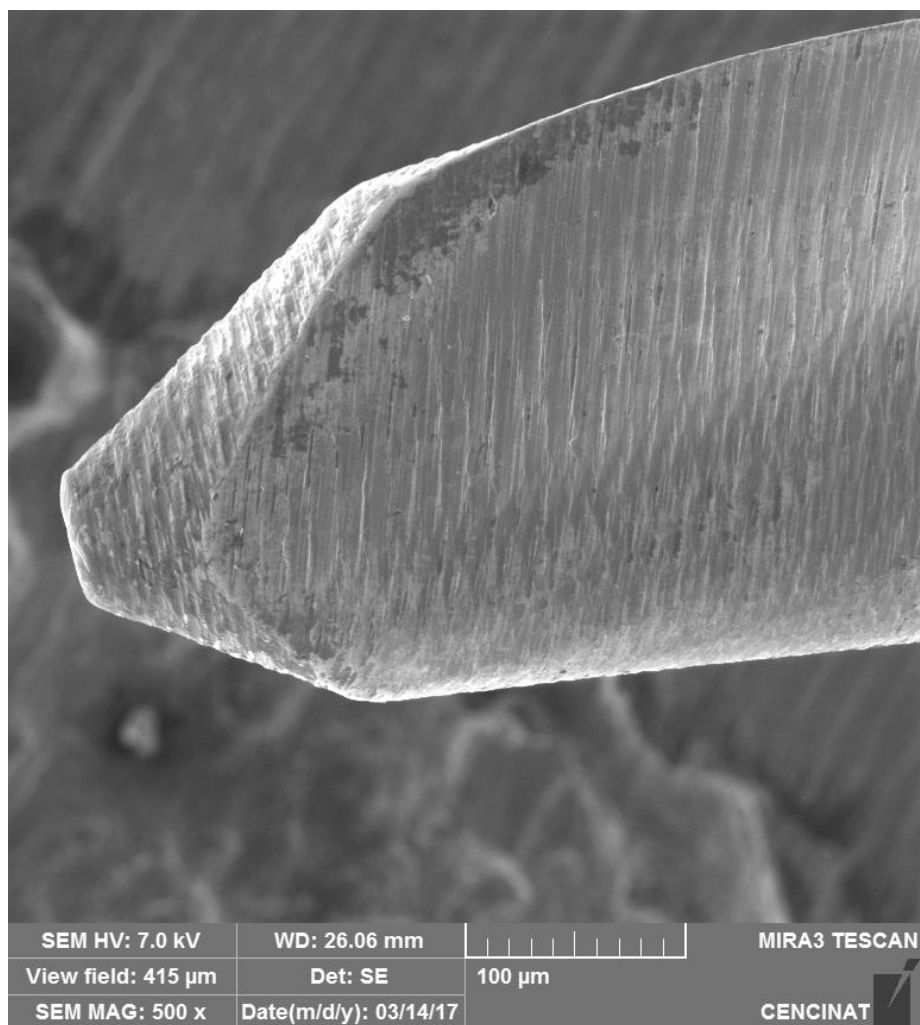
Anexo 33:

Reciproc 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 7



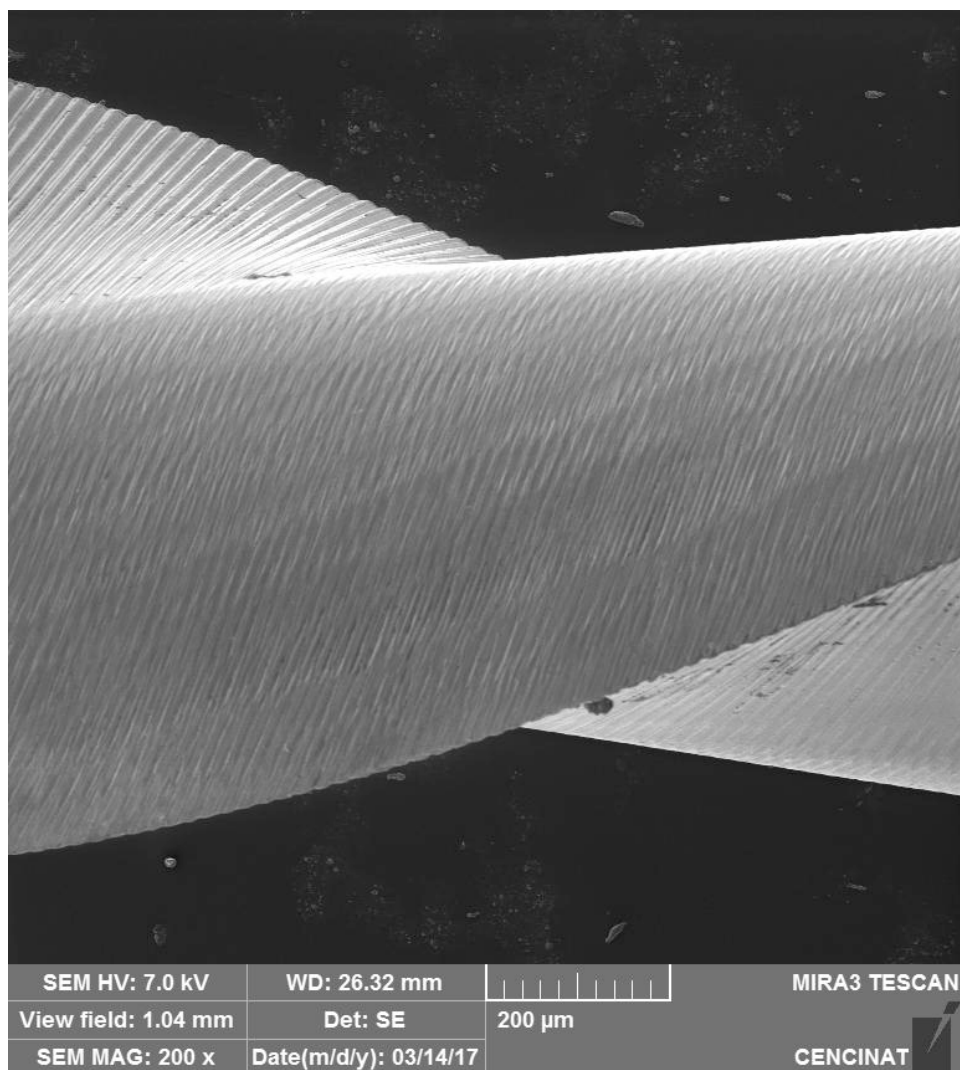
Anexo 34:

Reciproc 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 7



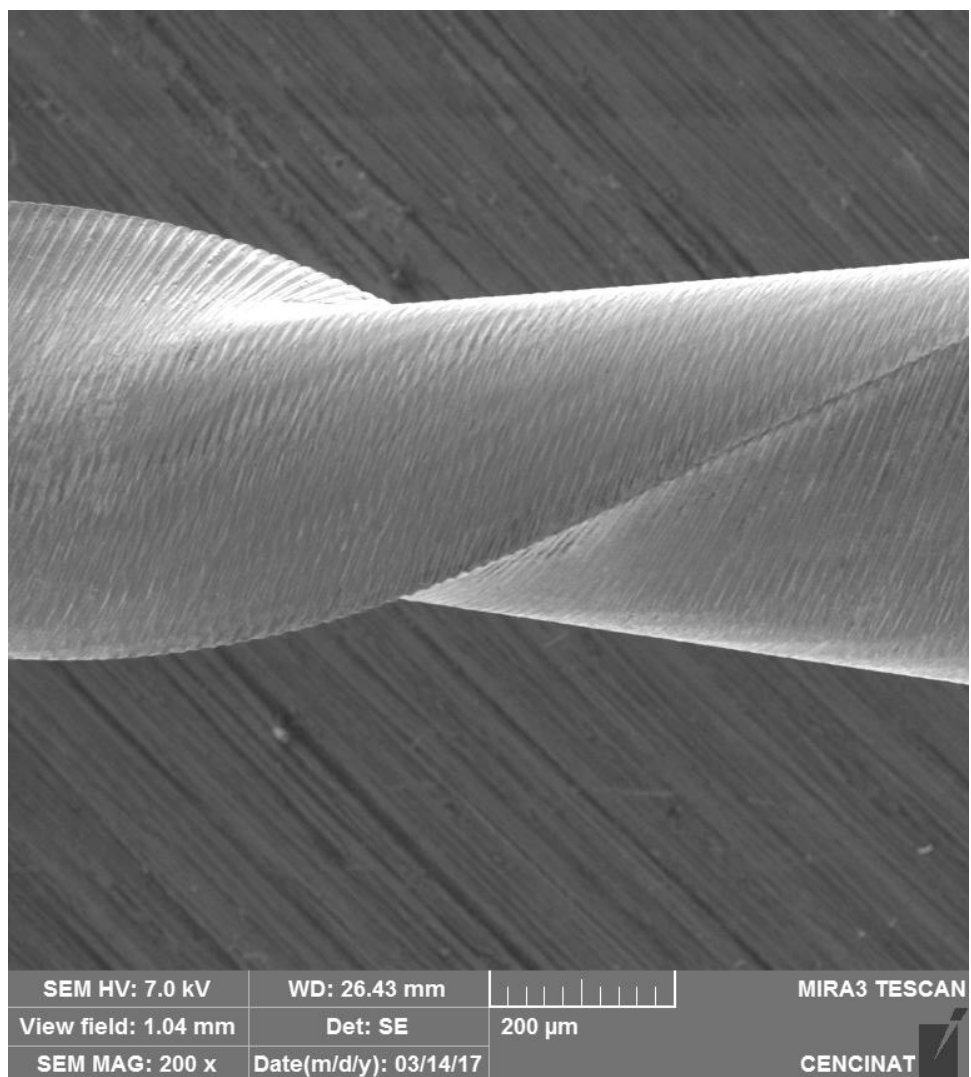
Anexo 35:

Reciproc 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 8



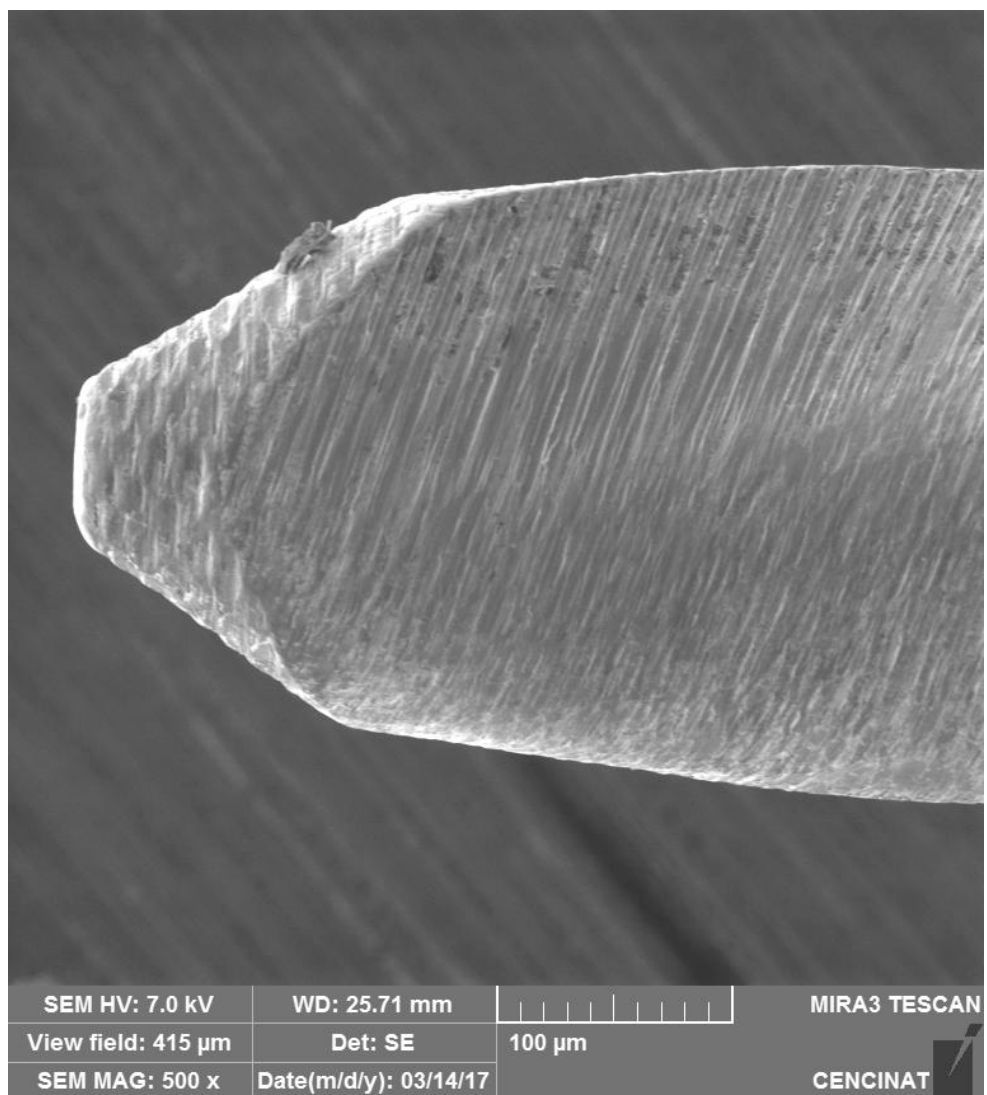
Anexo 36:

Reciproc 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 8



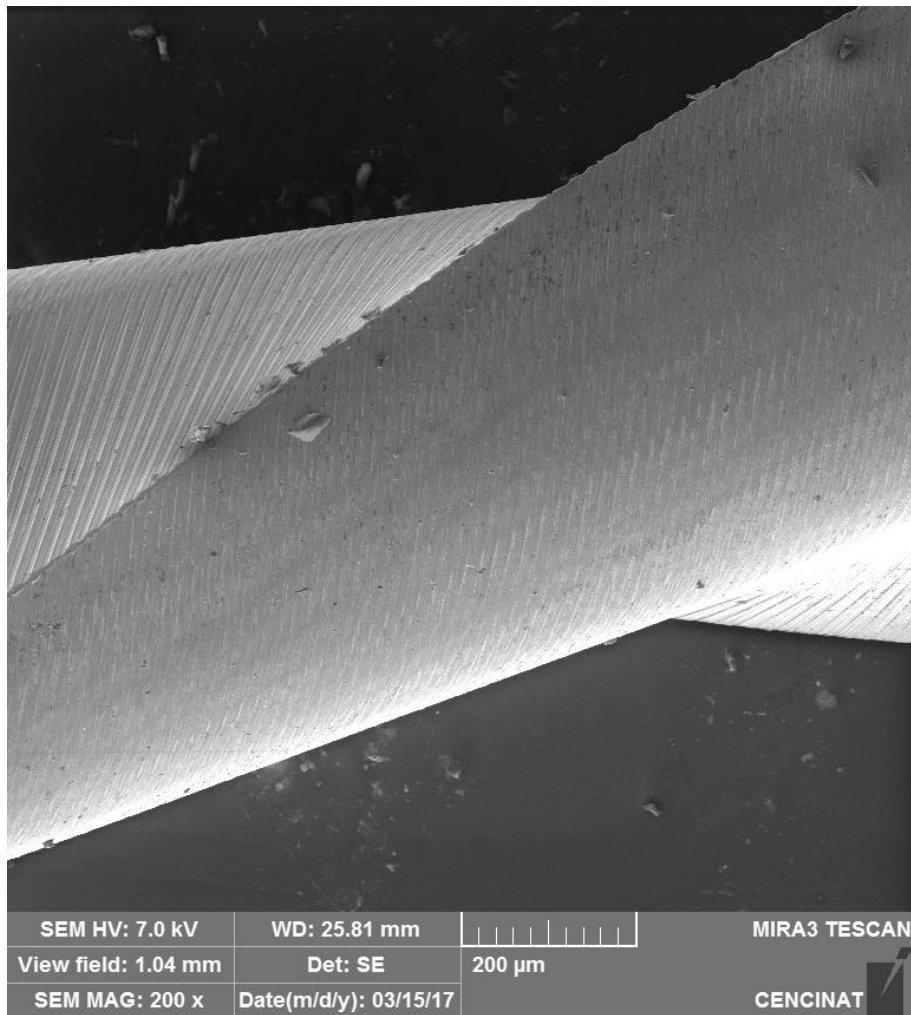
Anexo 37:

Reciproc 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 8



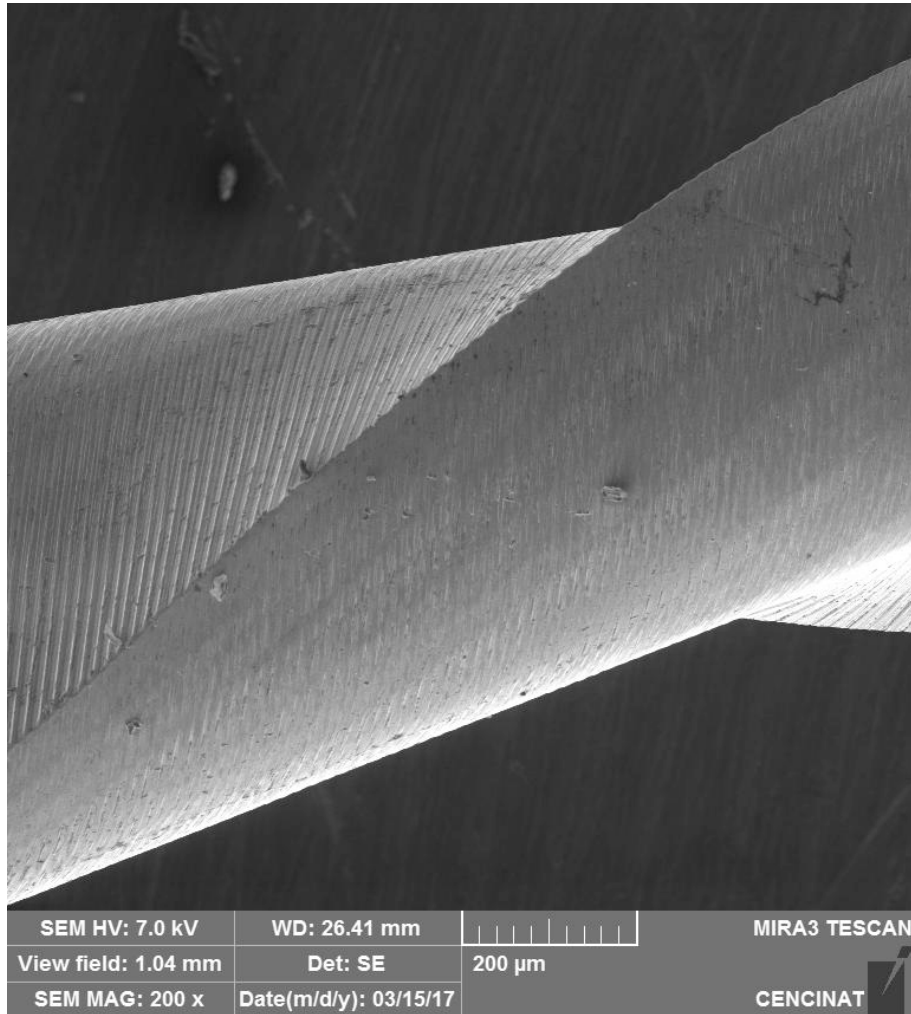
Anexo 38:

Reciproc 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 9



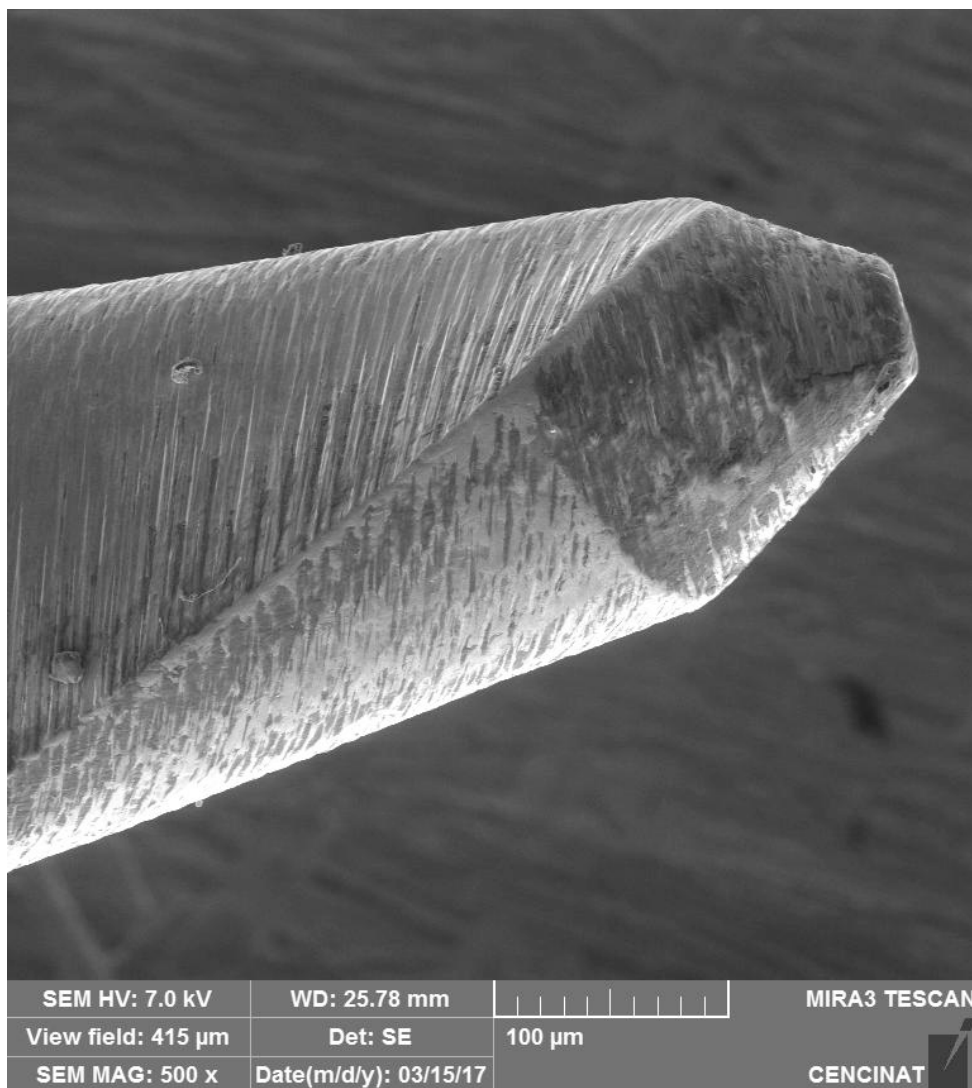
Anexo 39:

Reciproc 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 9



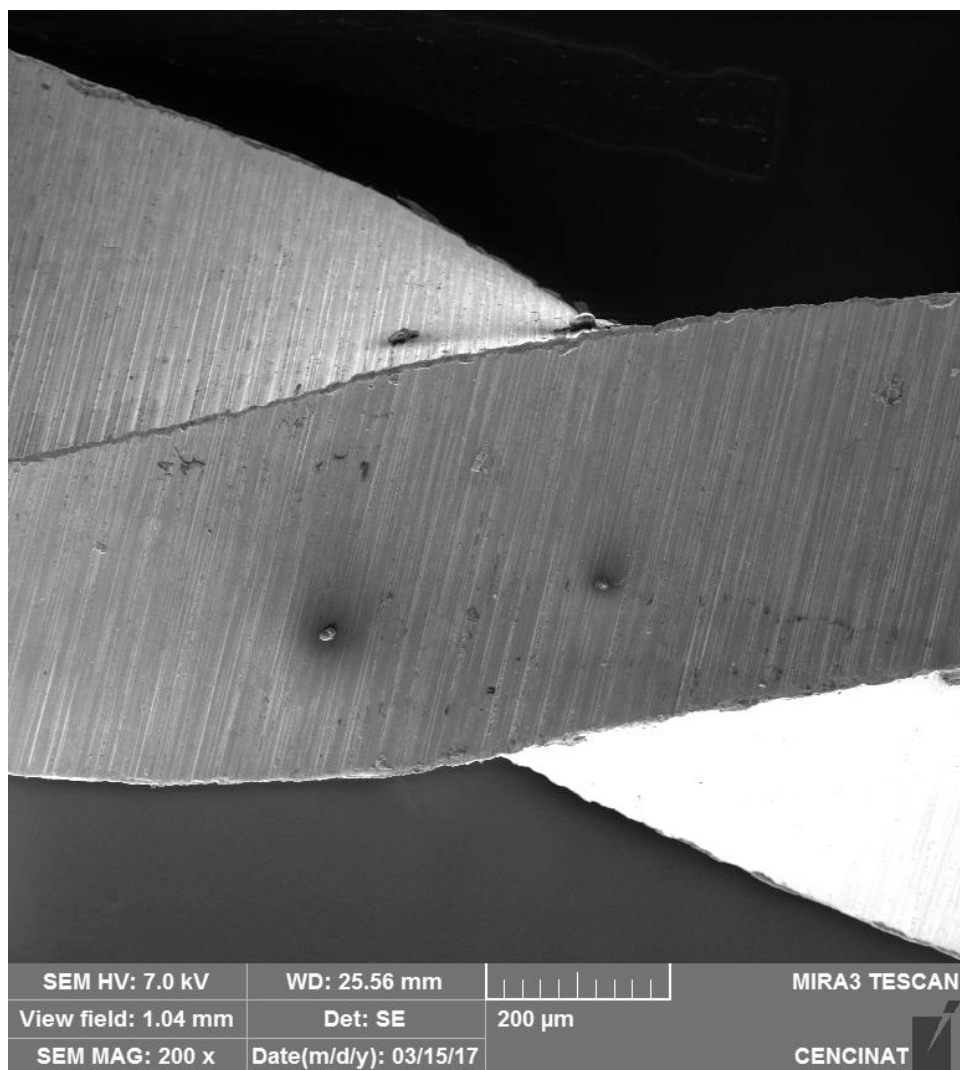
Anexo 40:

Reciproc 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 9



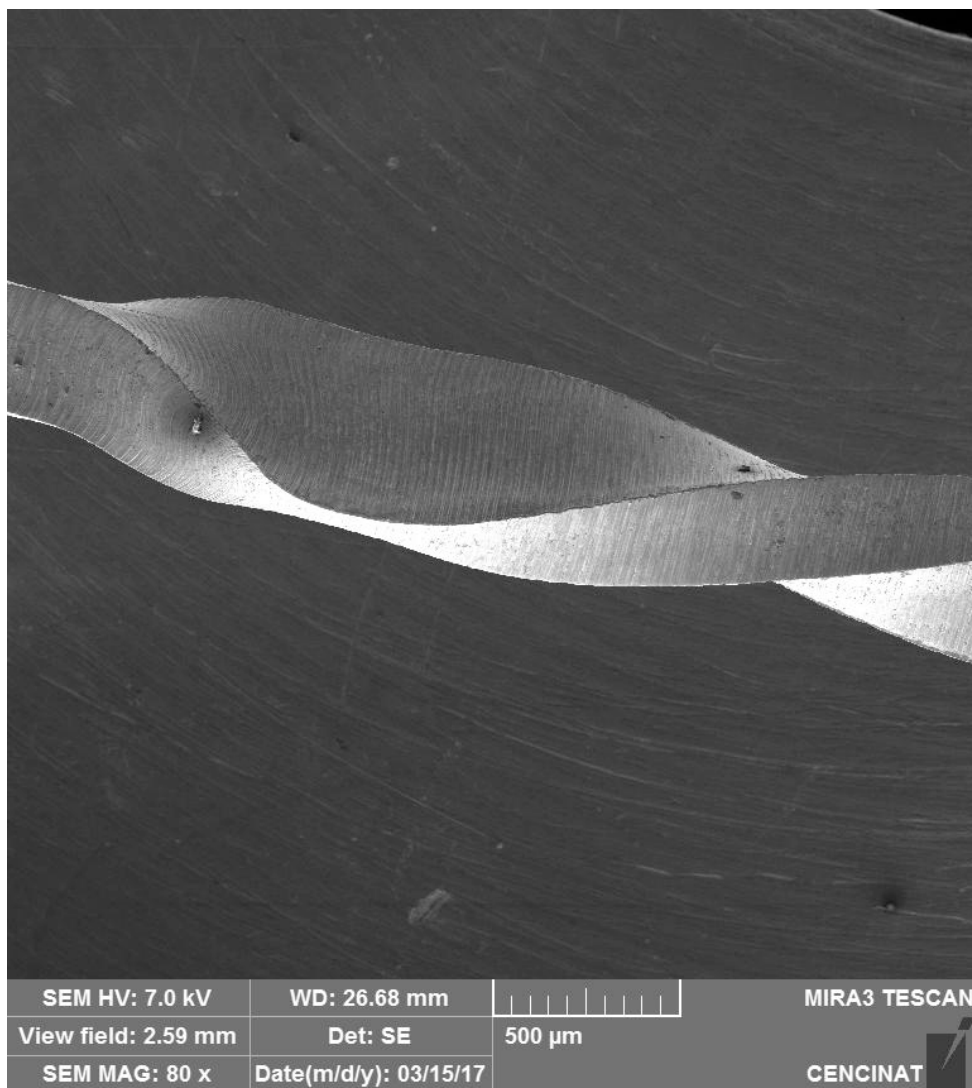
Anexo 41:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 10



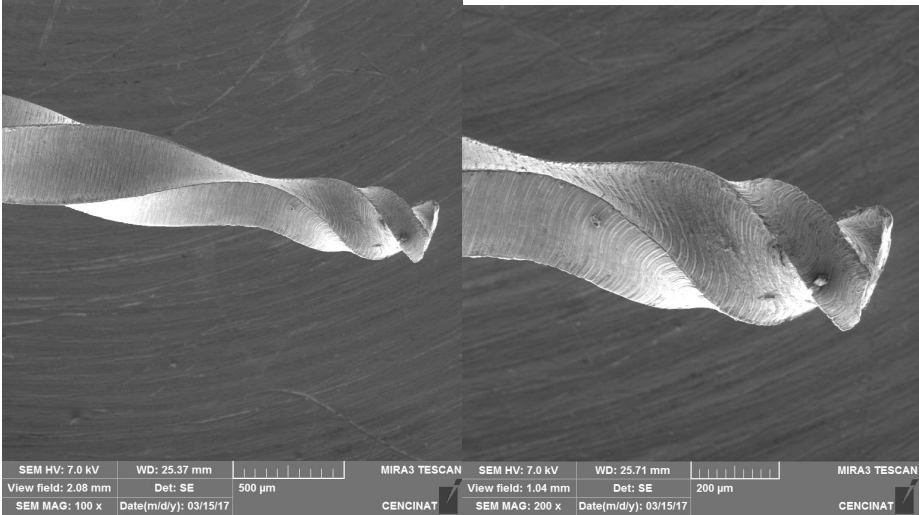
Anexo 42:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 10



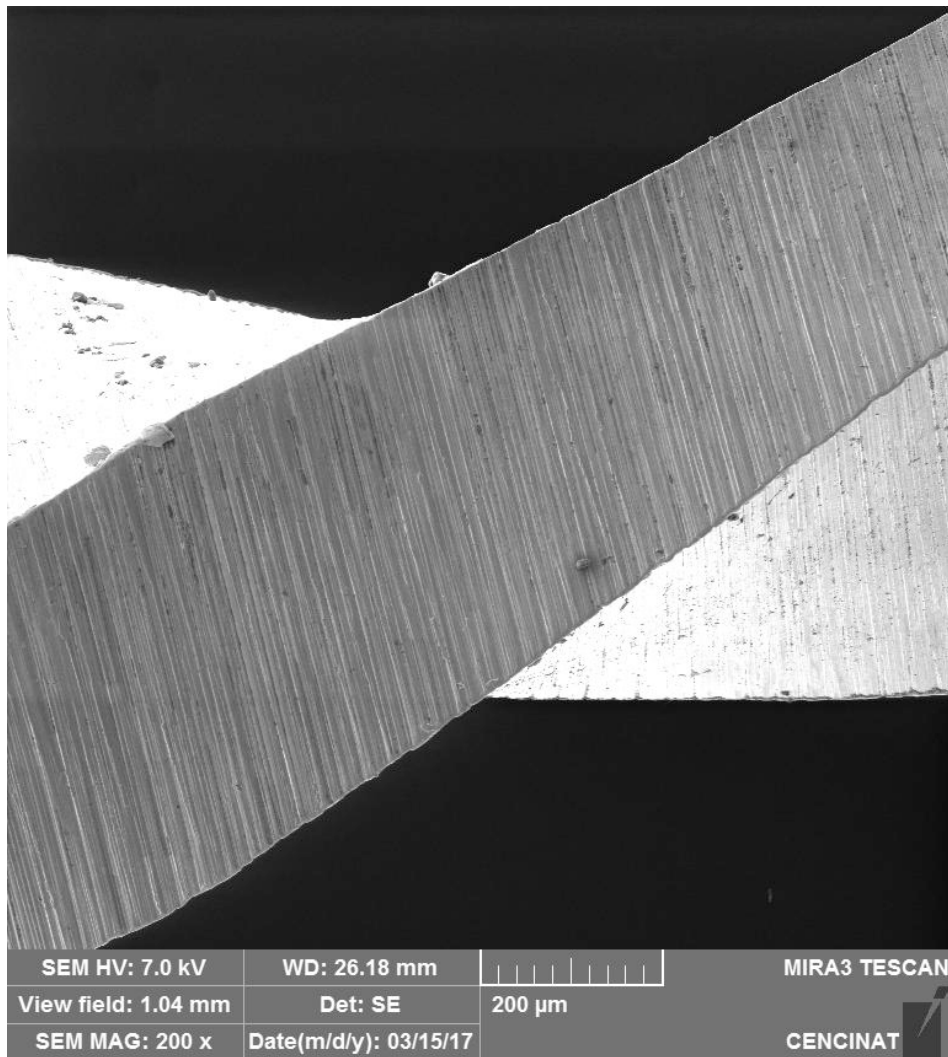
Anexo 43:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 10



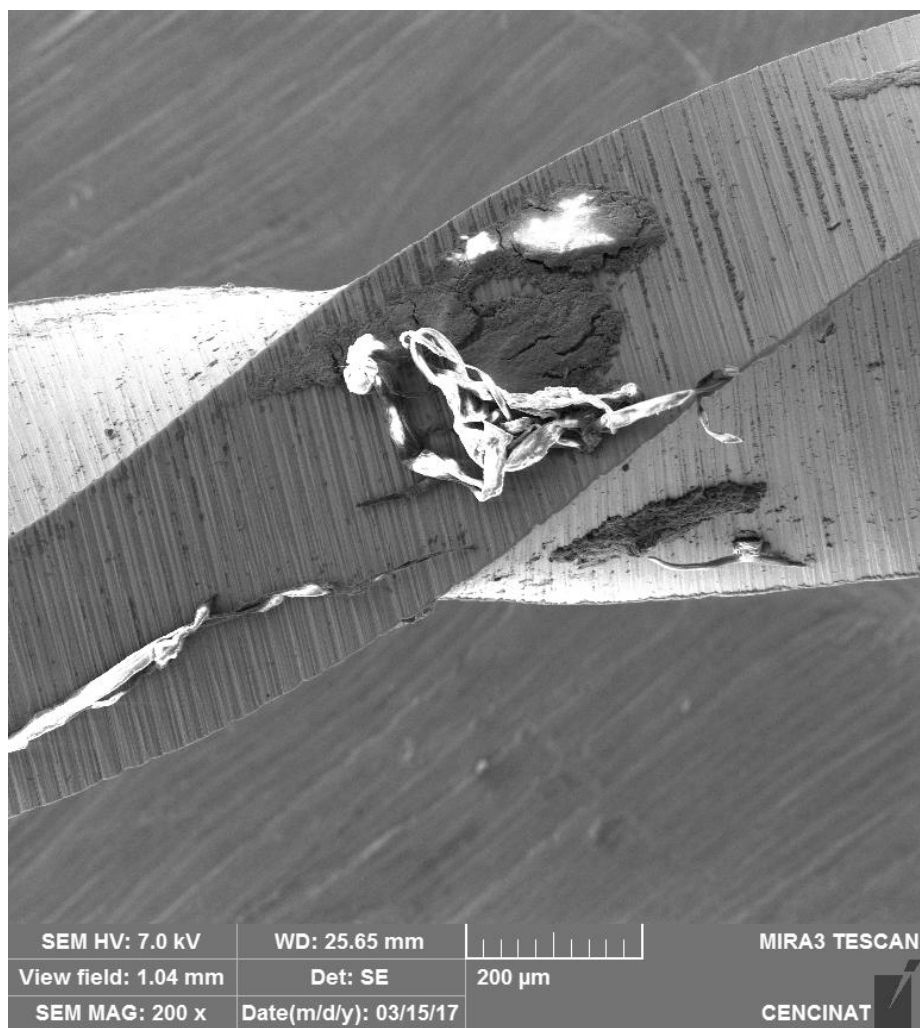
Anexo 44:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 11



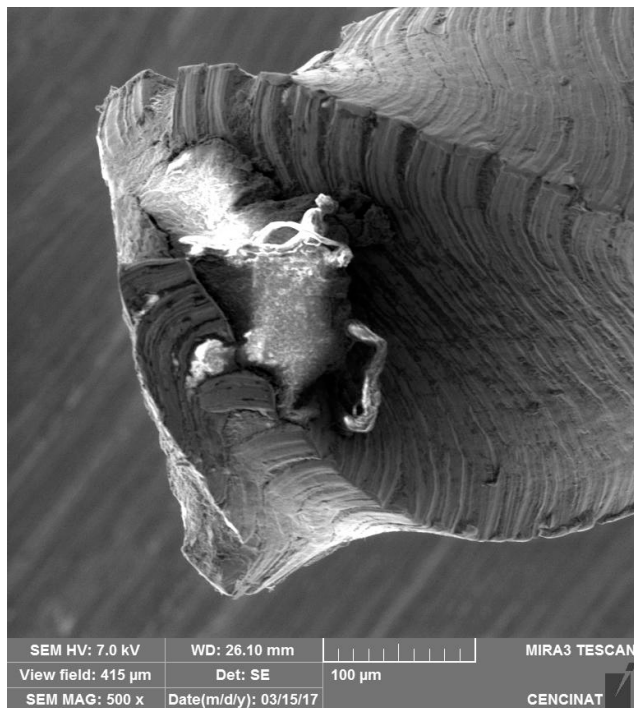
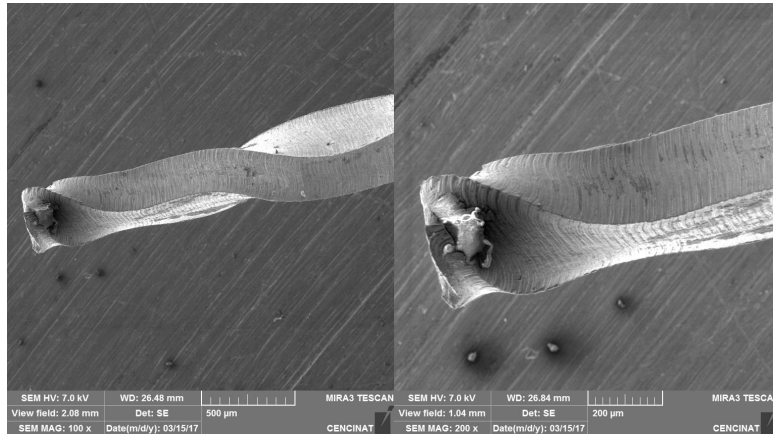
Anexo 45:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 11



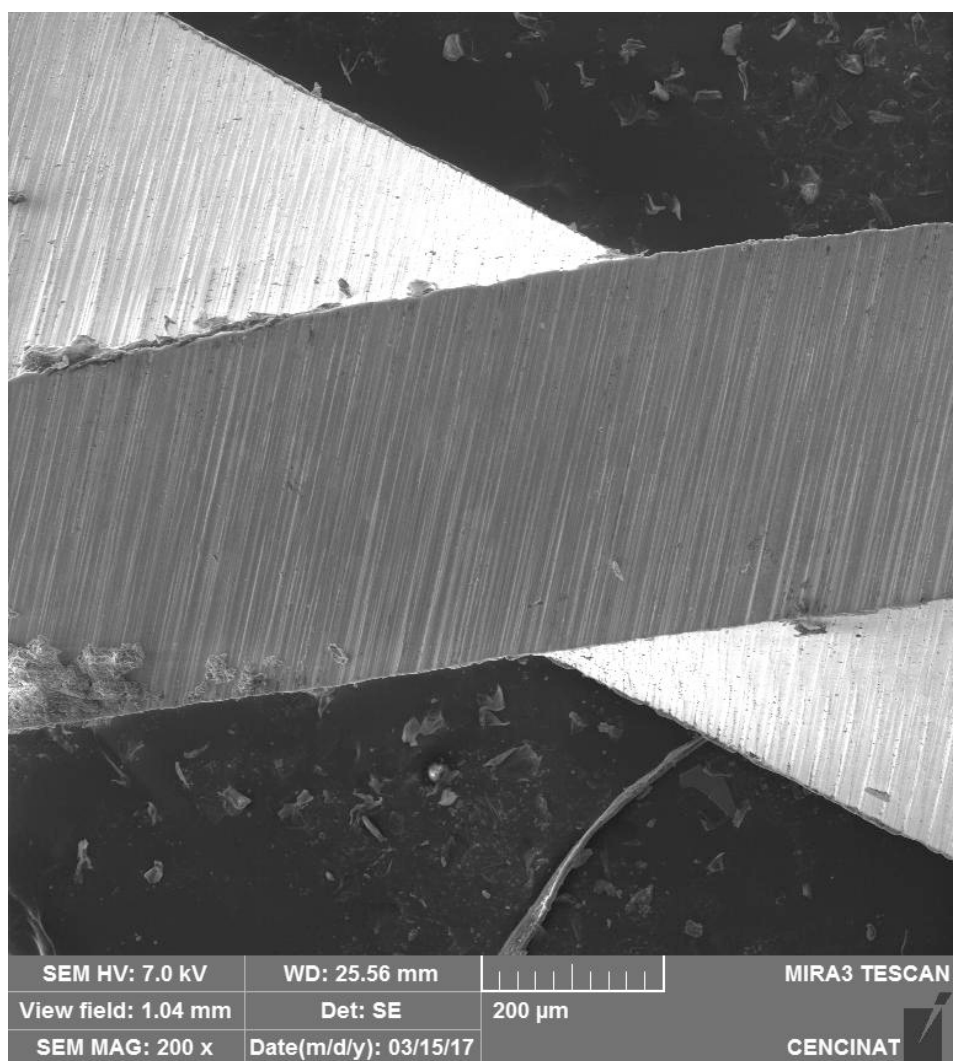
Anexo 46:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 11



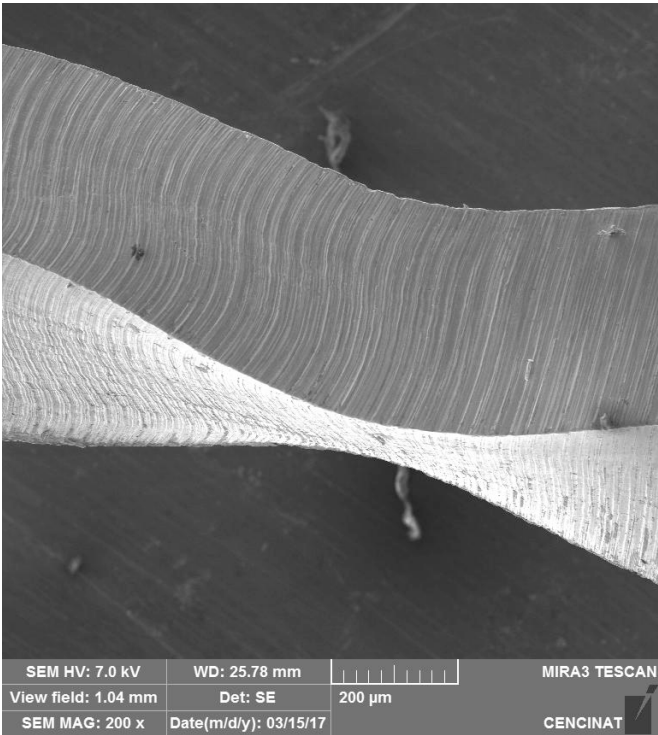
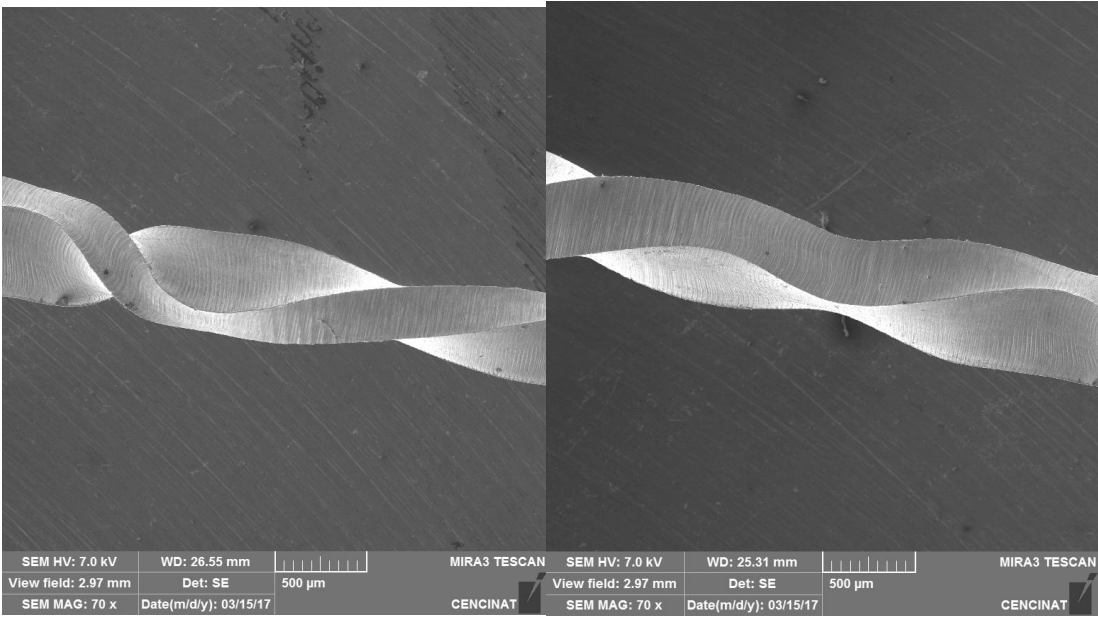
Anexo 47:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Cervical/Muestra 12



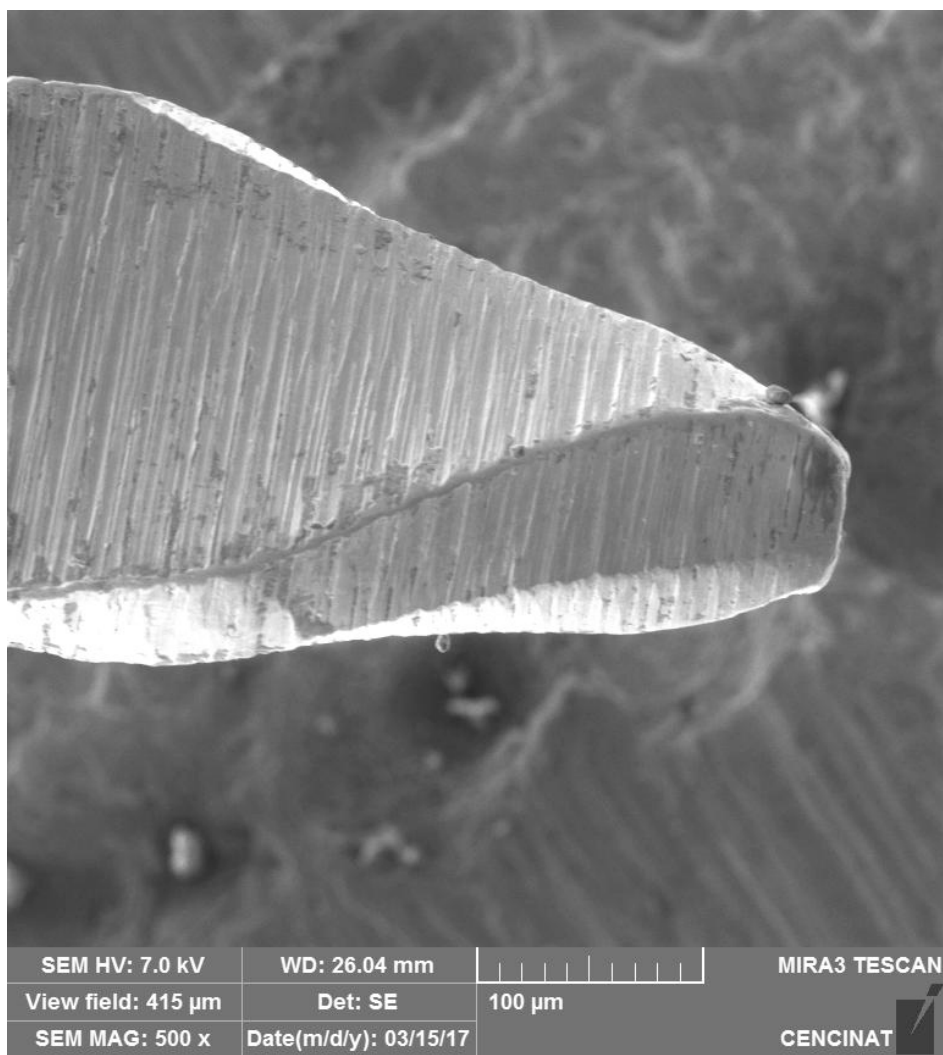
Anexo 48:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Medio/Muestra 12



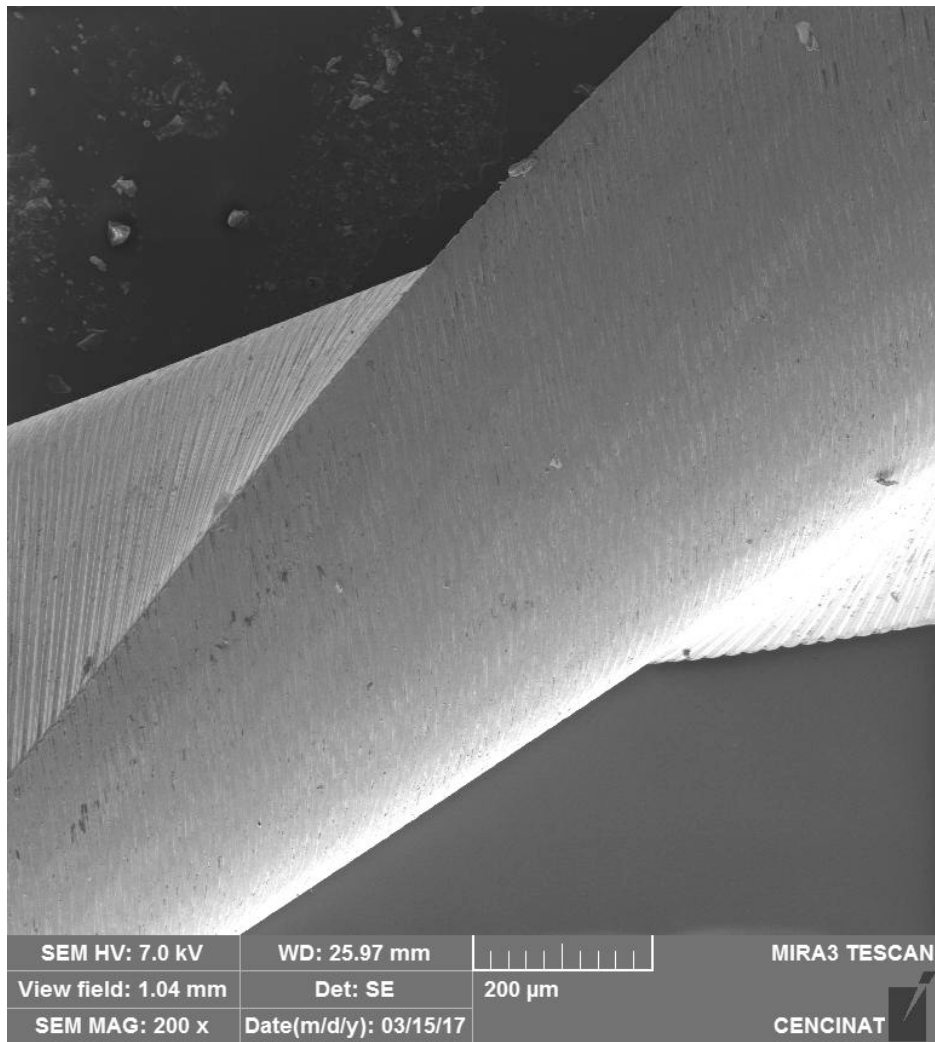
Anexo 49:

Wave One Gold 6 Usos: Nivel Punta/Muestra 12



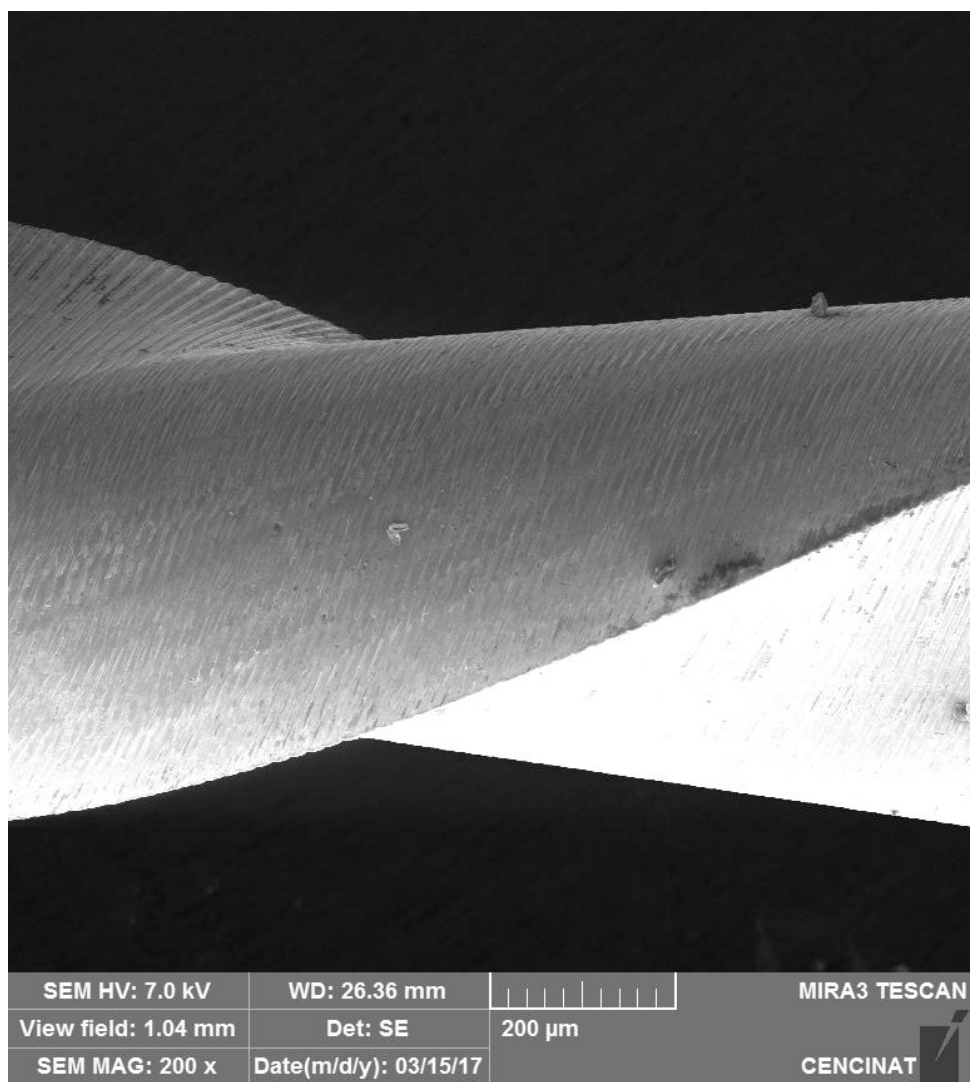
Anexo 50:

Reciproc 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 13



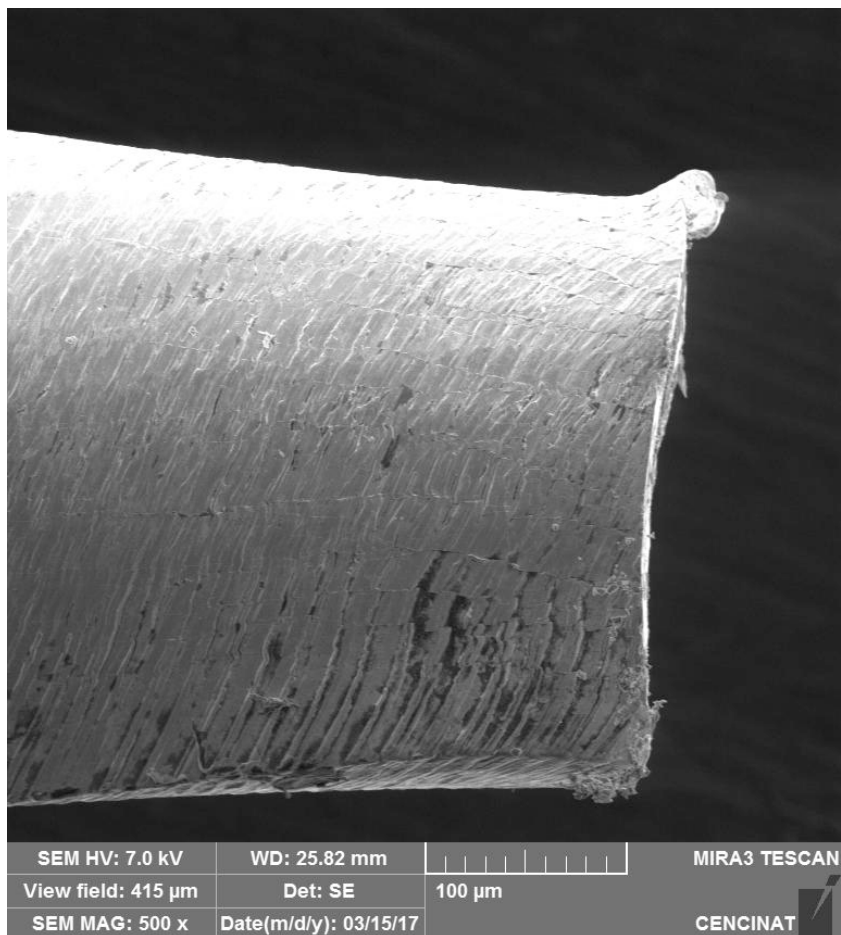
Anexo 51:

Reciproc 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 13



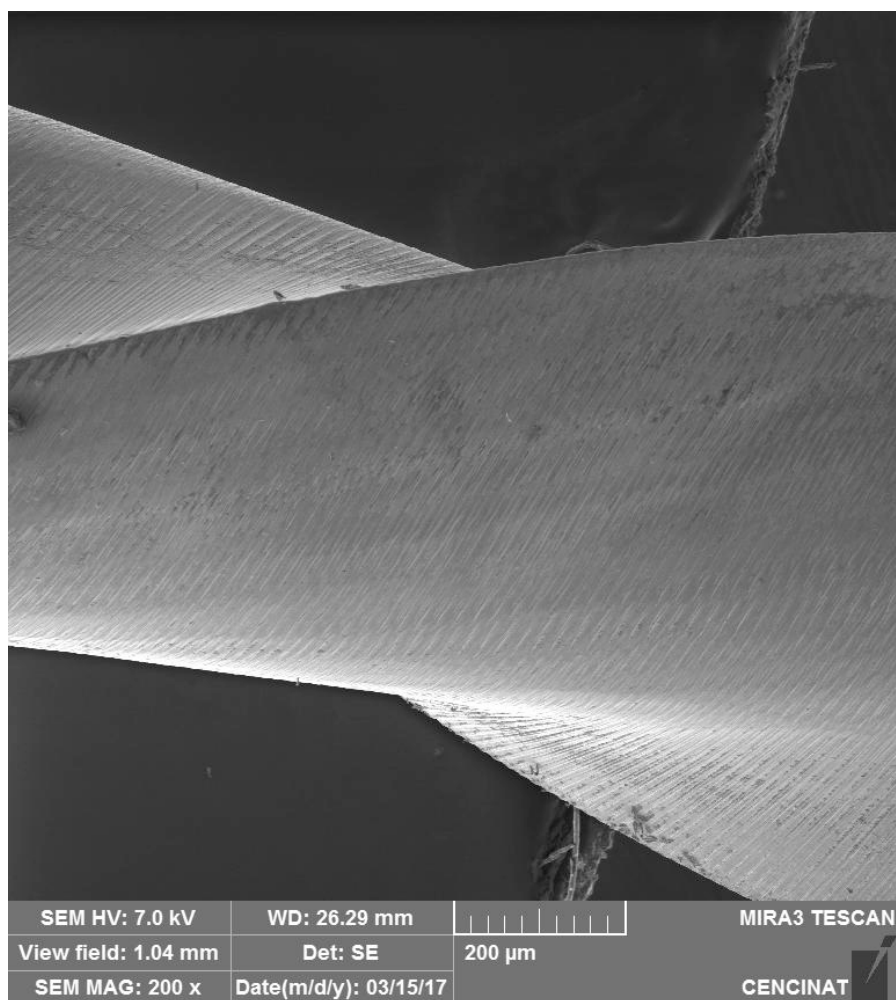
Anexo 52:

Reciproc 9 Usos: Nivel Punta/Muestra 13



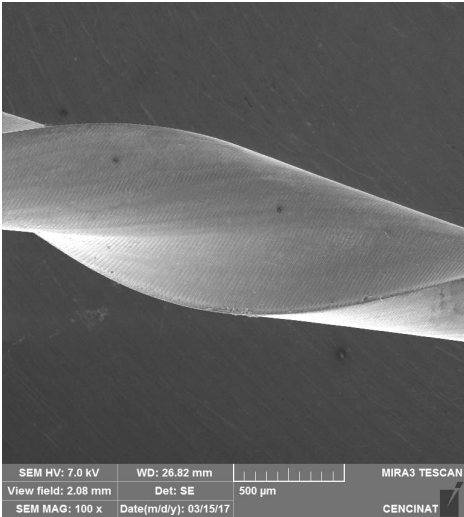
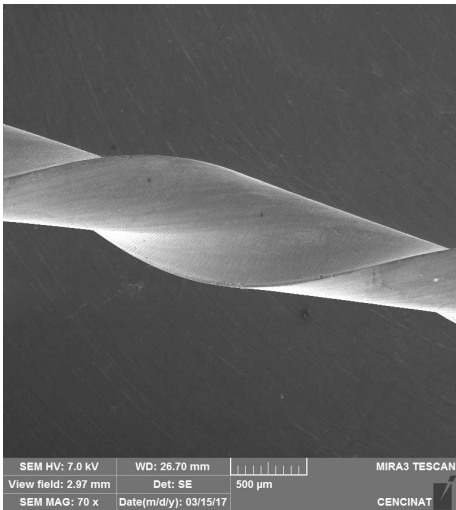
Anexo 53:

Reciproc 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 14



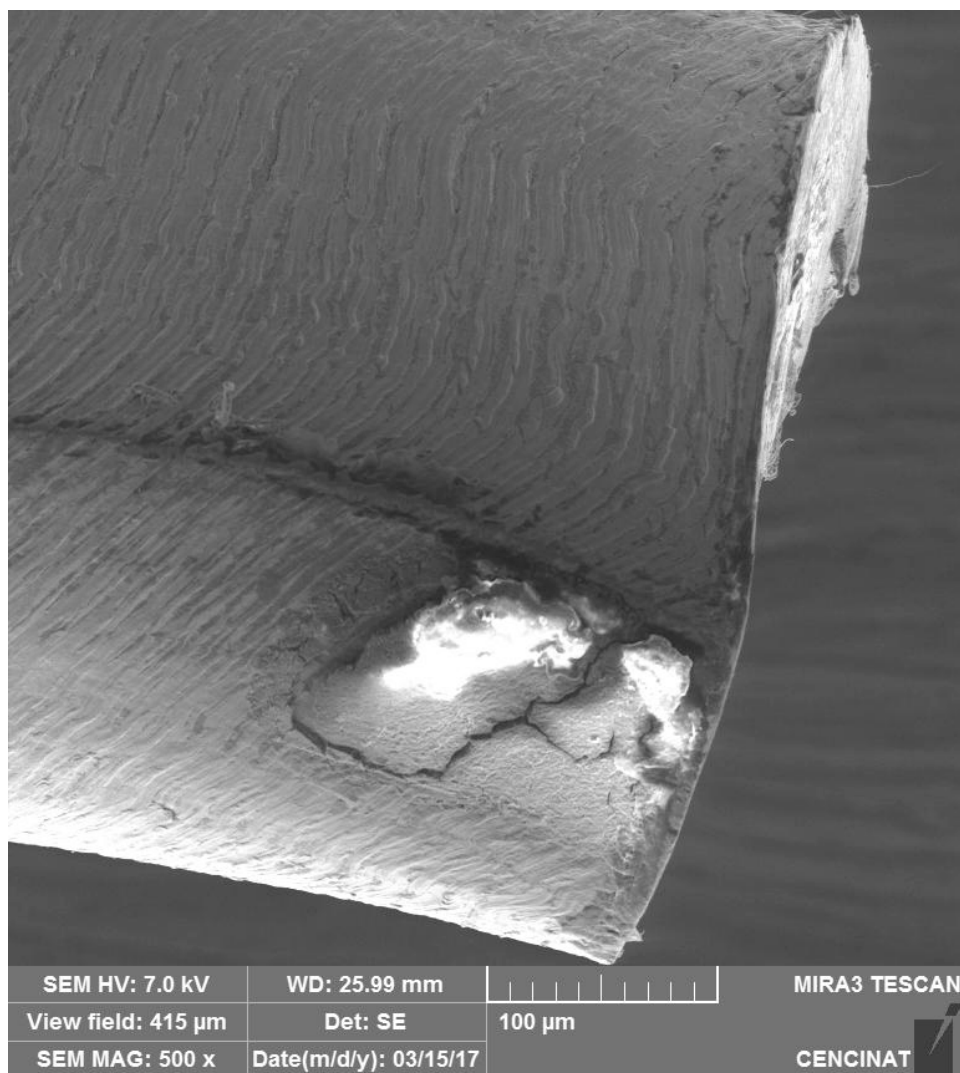
Anexo 54:

Reciproc 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 14



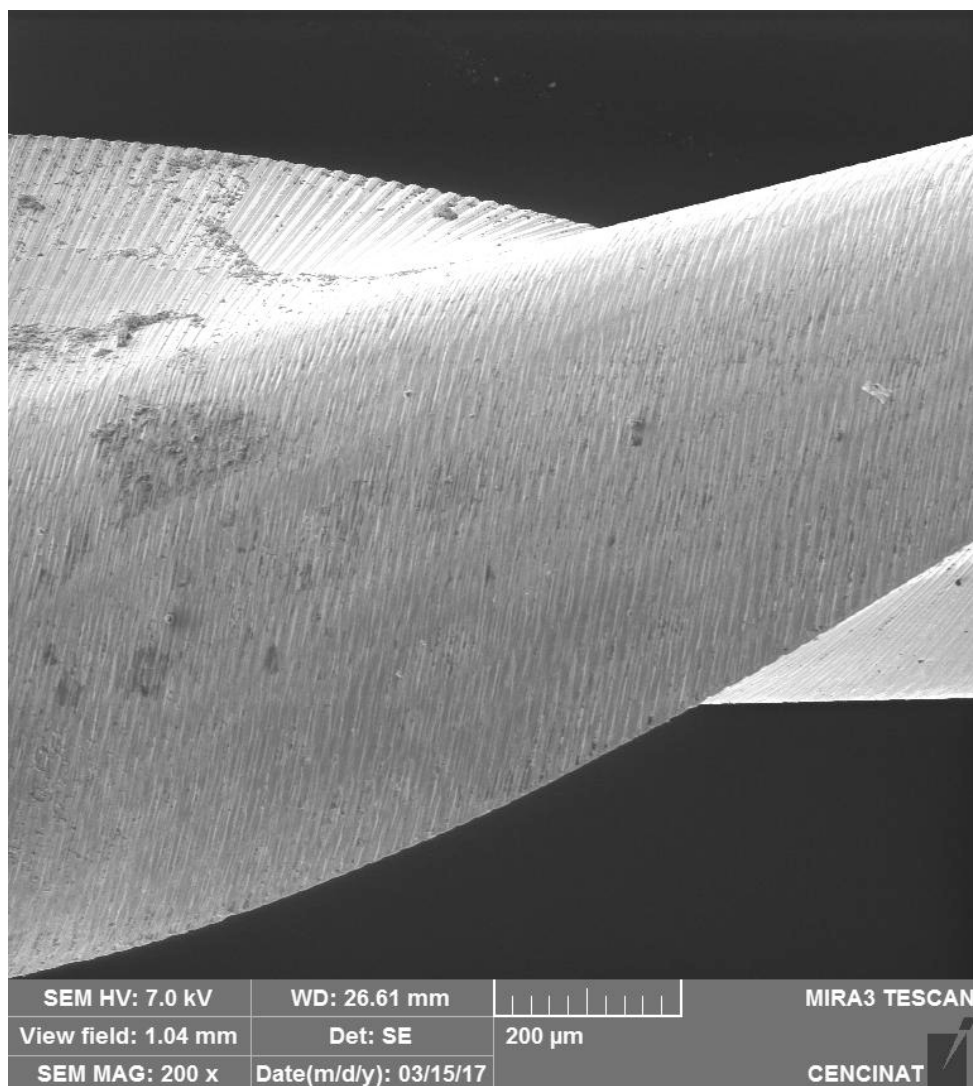
Anexo 55:

Reciproc 9 Usos: Nivel Punta/Muestra 14



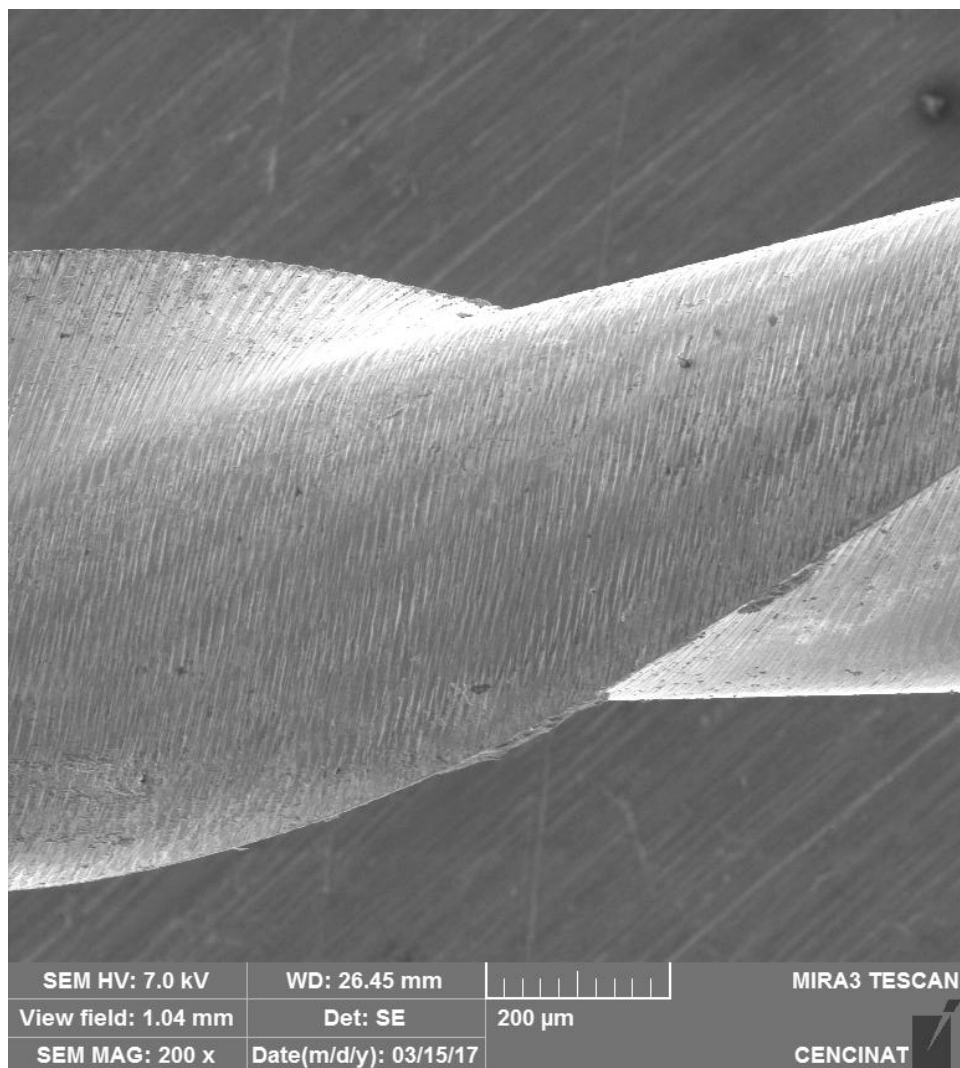
Anexo 56:

Reciproc 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 15



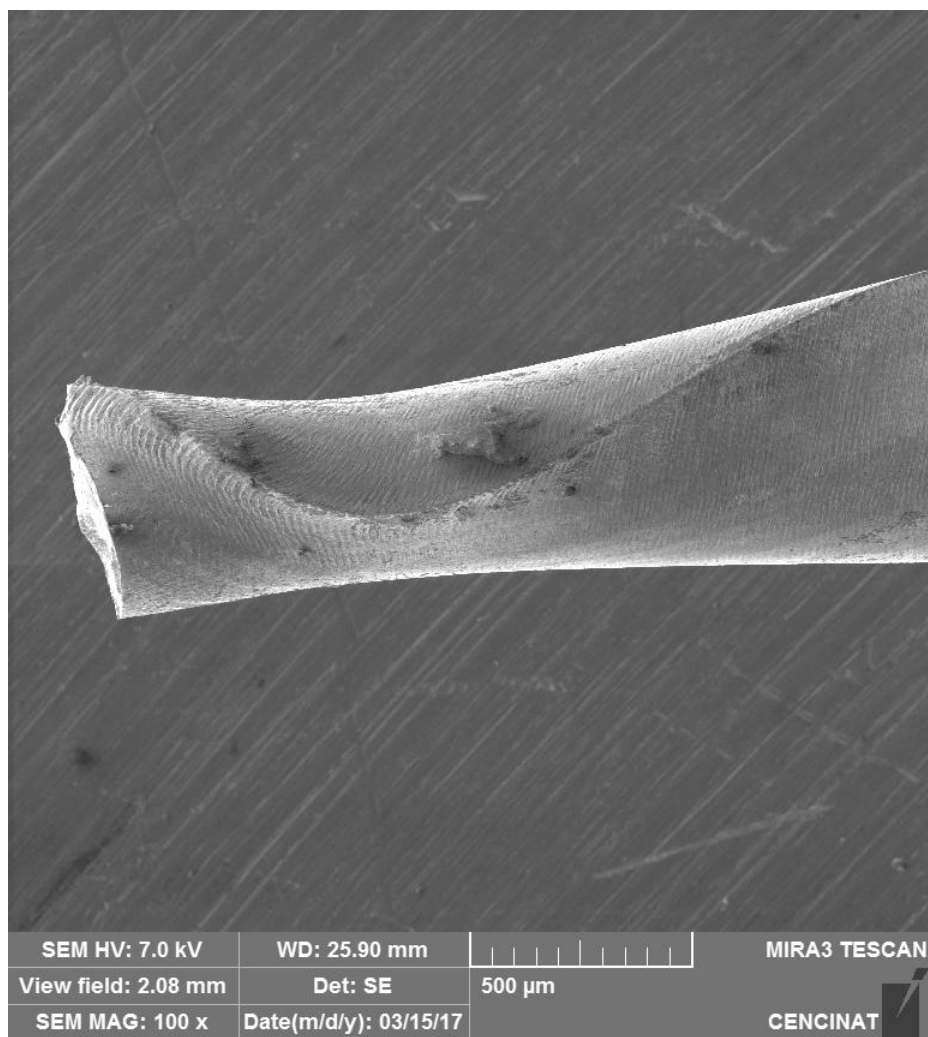
Anexo 57:

Reciproc 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 15



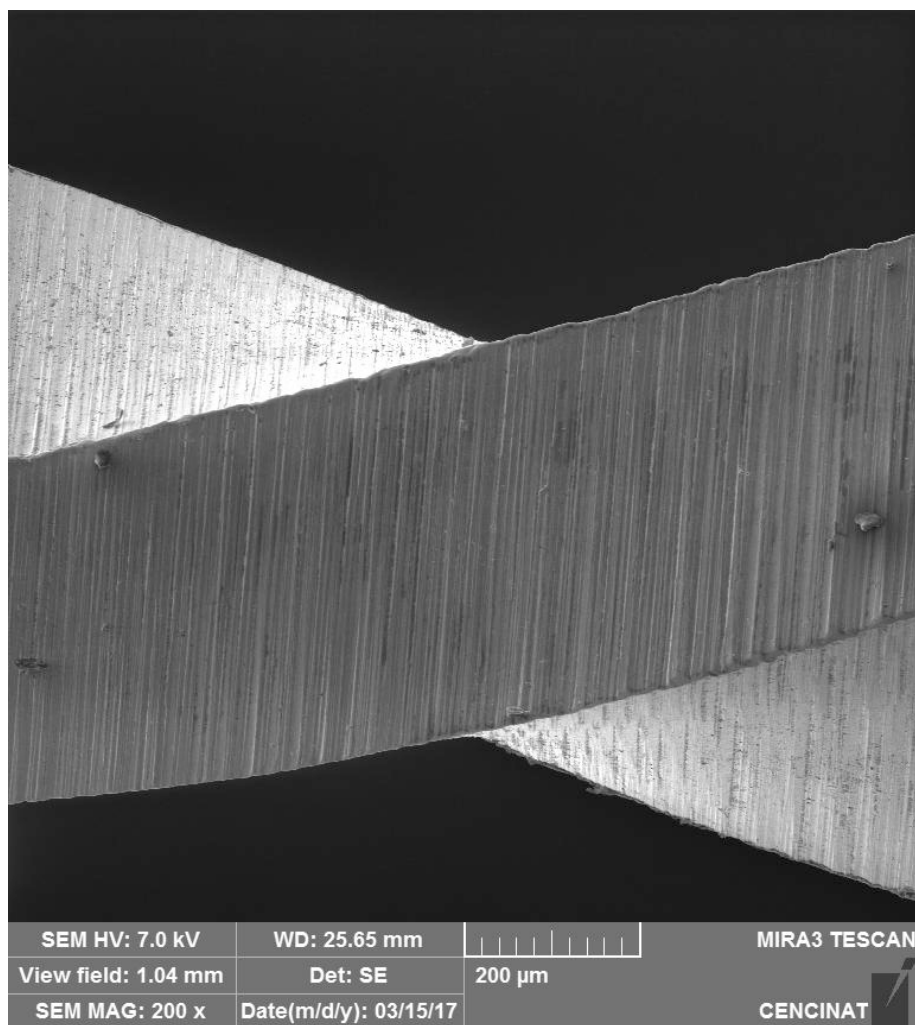
Anexo 58:

Reciproc 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 15



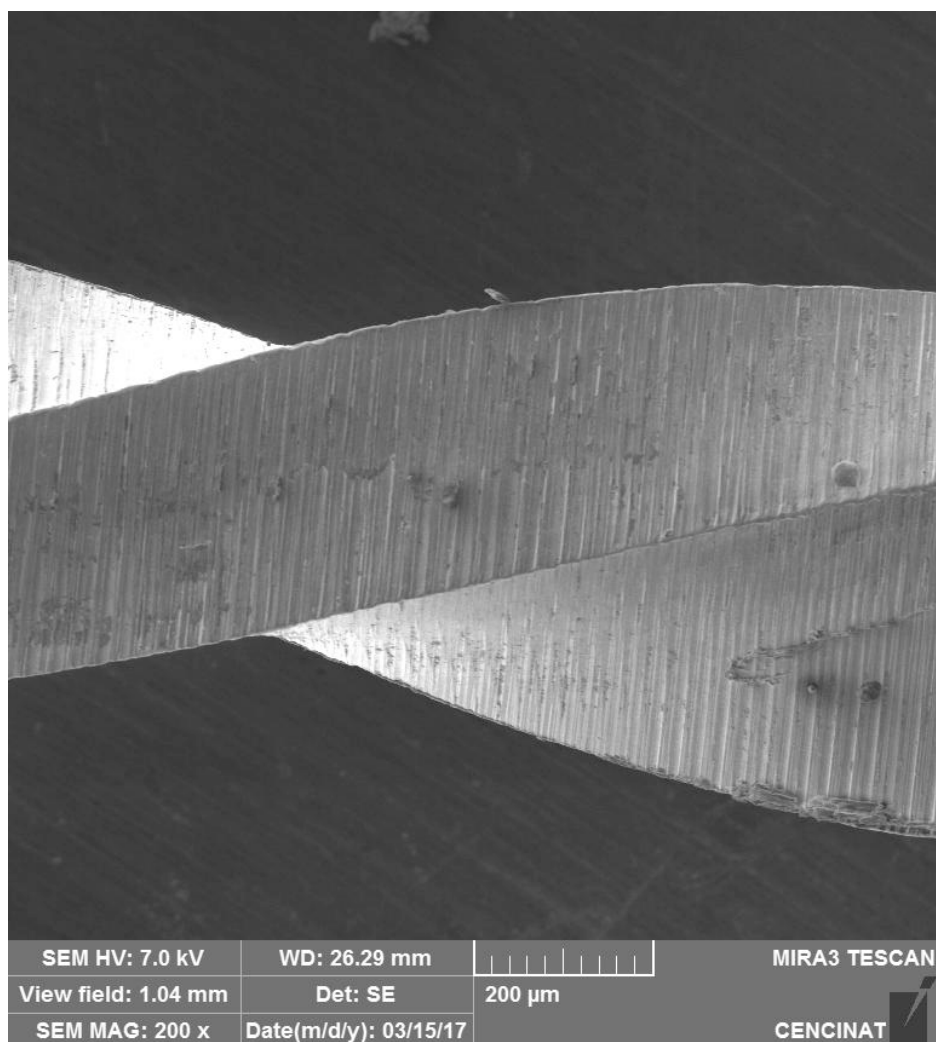
Anexo 59:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 16



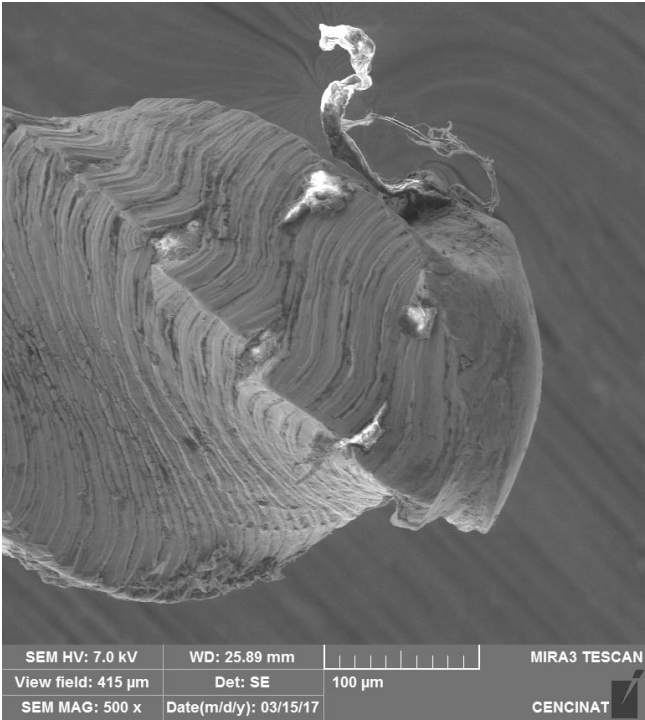
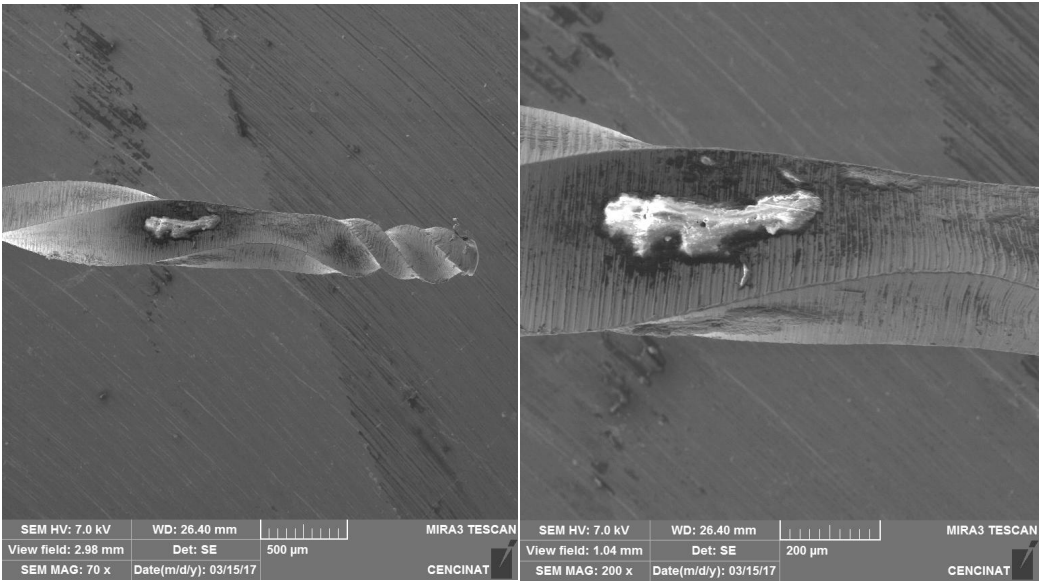
Anexo 60:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 16



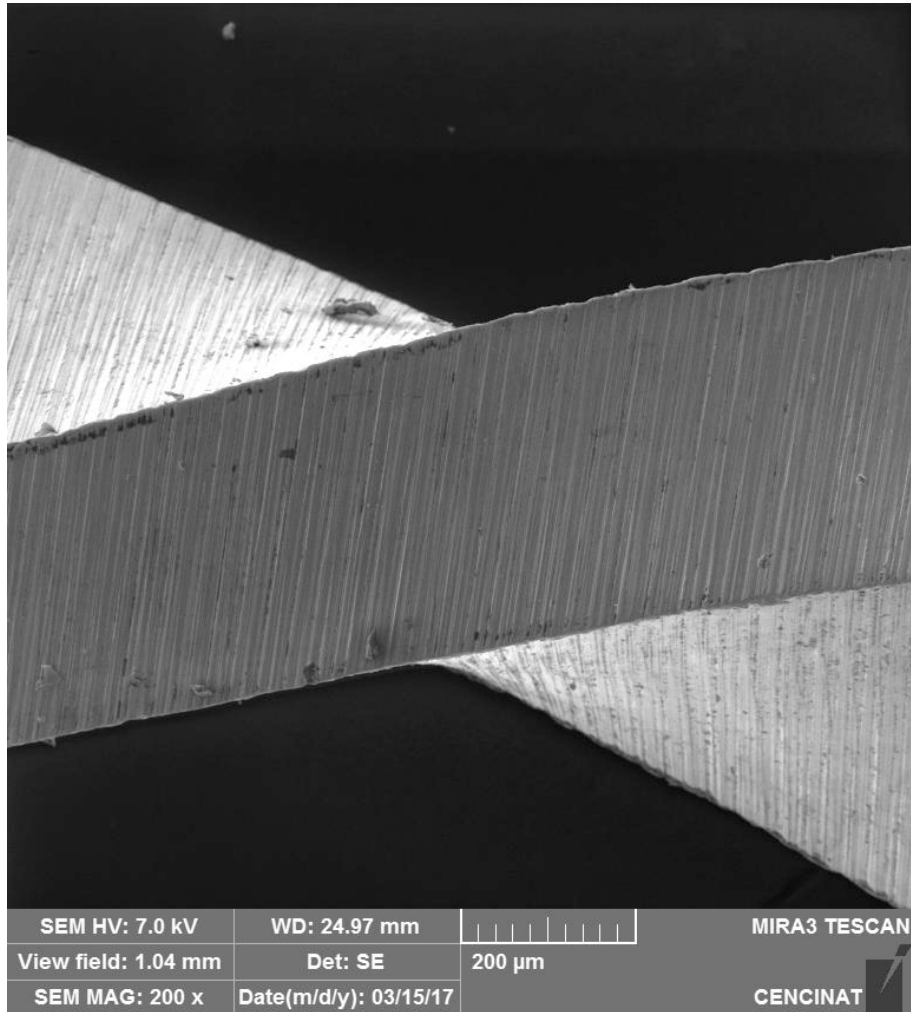
Anexo 61:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Punta/Muestra 16



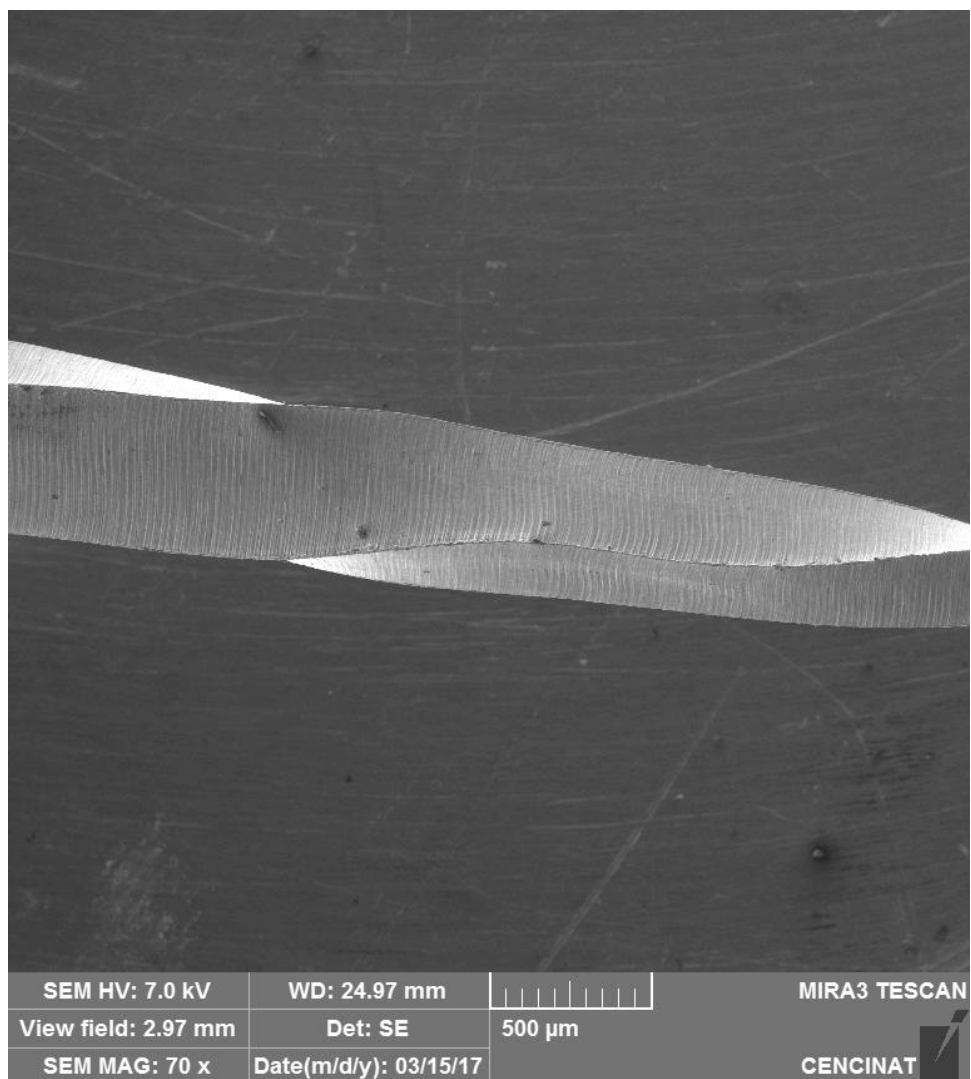
Anexo 62:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 17



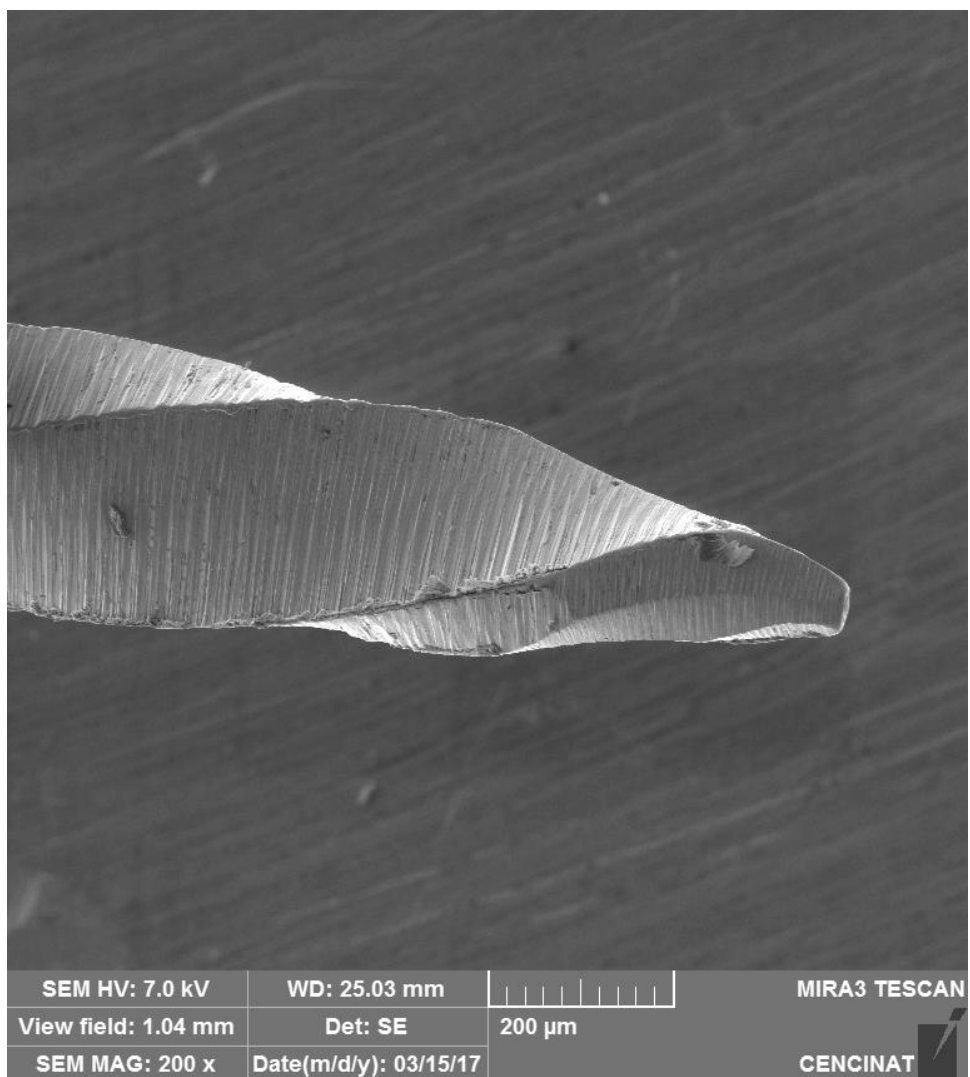
Anexo 63:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 18



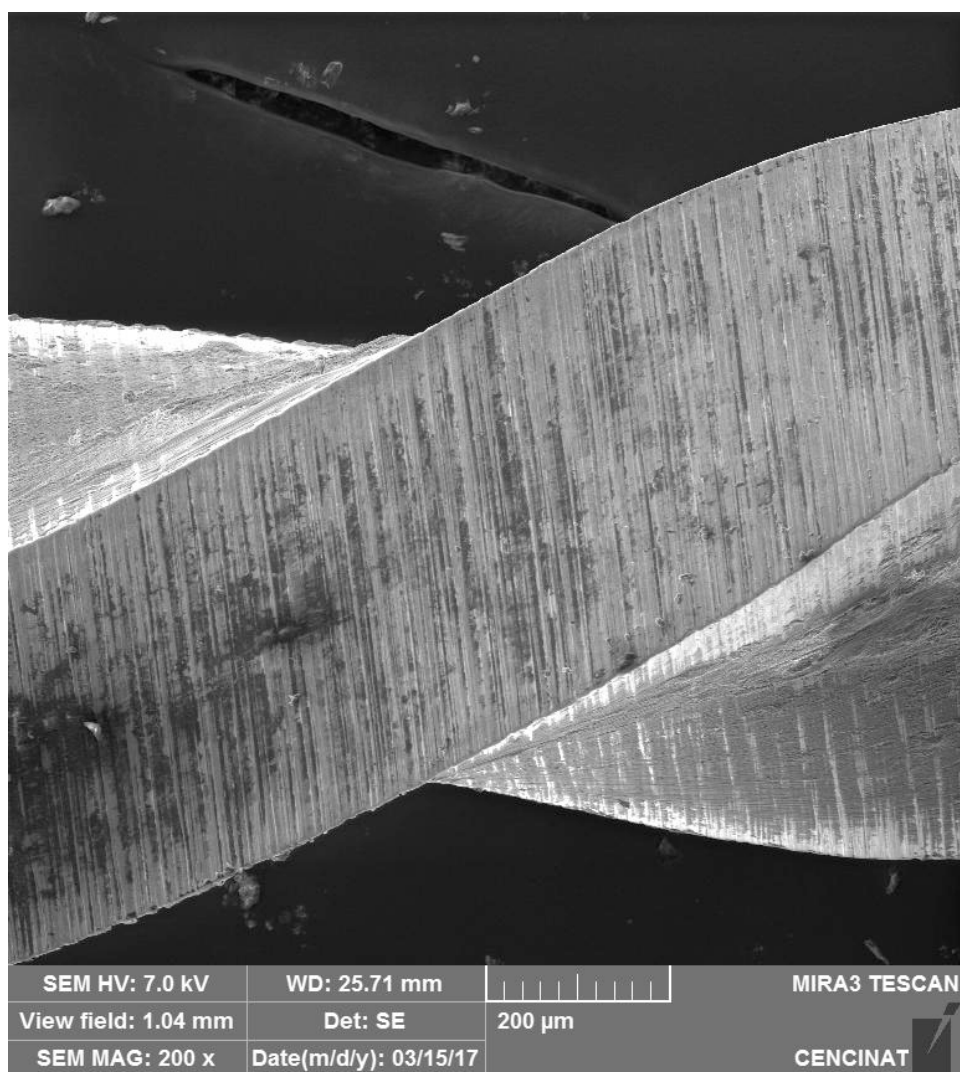
Anexo 64:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Punta/Muestra 18



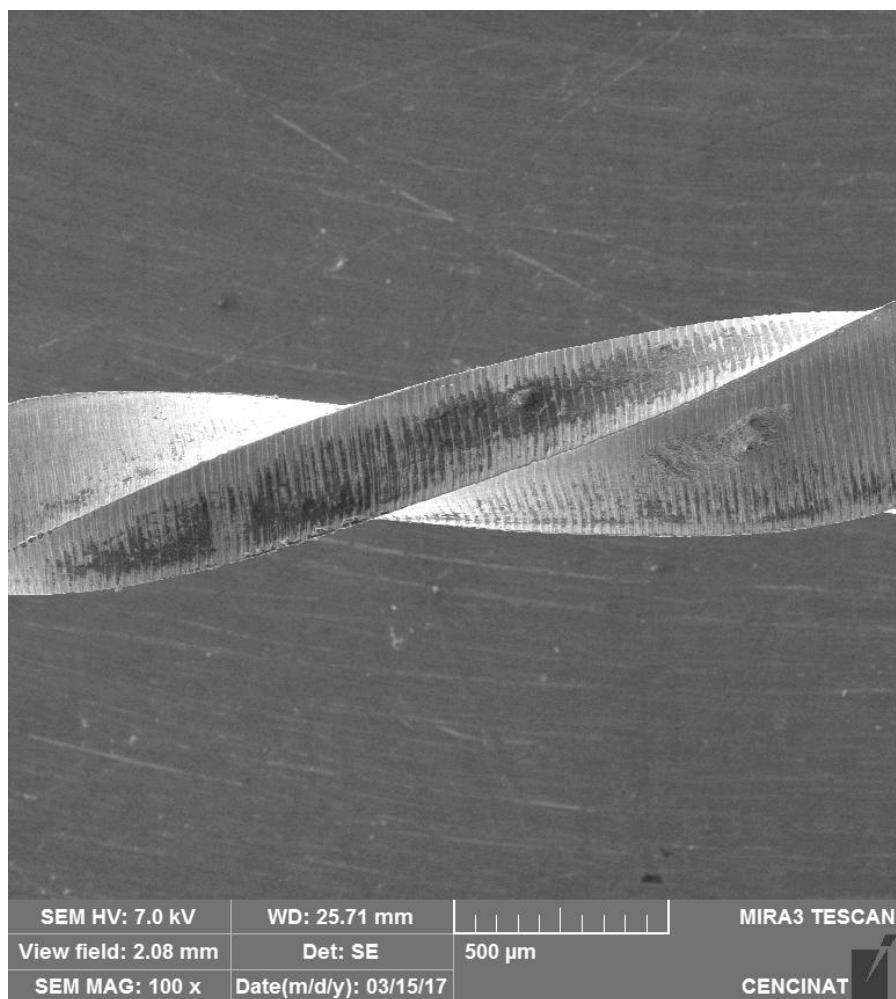
Anexo 65:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 19



Anexo 66:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Medio/Muestra 19



Anexo 67:

Wave One Gold 9 Usos: Nivel Cervical/Muestra 19

